



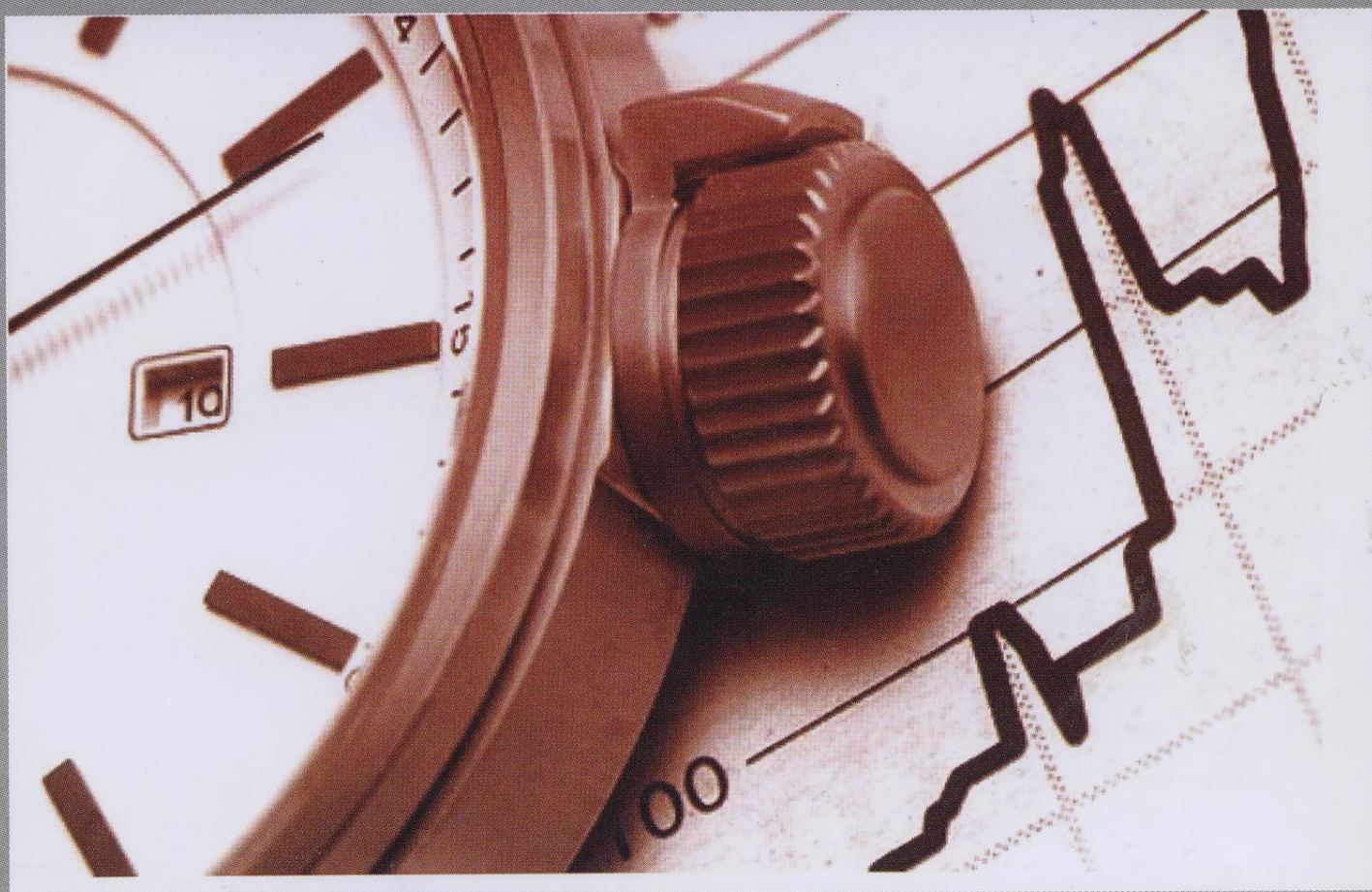
УРАЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

УГЛЕТУ

Электронный архив УГЛТУ

Л.А. Чернышёв  
С.Н. Боярский

# ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЫНКА





**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
**ФГБОУ ВПО**  
**Уральский государственный лесотехнический университет**

Л.А. Чернышев  
С.Н. Боярский

# **ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЫНКА**

Учебное пособие

**Екатеринбург 2011**

УДК 330.3 (075.8)

ББК 65. В6я73

Б 86

Рецензенты:

доцент, кандидат экономических наук А.М. Чернопятав (Филиал Российского государственного социального университета в г. Советском); профессор, доктор технических наук Н.В. Брагин и доцент, кандидат технических наук В.В. Щеренко (АНО «Институт «ИРИС»).

**Чернышев Л.А. Основы прогнозирования в условиях рынка:**

учеб. пособие / Л.А. Чернышев, С.Н. Боярский. - Екатеринбург: РИО УГЛТУ, 2011. - 140 с. ISBN 978-5-94984-365-9

В учебном пособии раскрывается проблематика прогнозирования в условиях рынка, излагаются научные основы, организация и методы прогнозирования, приводится их классификация и область применения для различных отраслей хозяйствования. Рассмотрен системный подход к экономическому прогнозированию и показана его связь с функциями управления и принятия решений на предприятии. Приводятся методические и практические приемы прогнозирования типовых хозяйственных задач предприятий.

Прогнозирование рассматривается в качестве важнейшего этапа при планировании организационно-хозяйственных функций субъектов рынка.

В последние годы наблюдается повышенный интерес к прогнозированию в связи с экономическим кризисом. Руководители предприятий хотят знать, чего им ждать от будущего, чтобы четче представлять перспективы развития своего бизнеса.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, аспирантов, а также специалистов по прикладной экономике и прогнозированию.

Печатается по рекомендации методической комиссии факультета экономики и управления УГЛТУ.

УДК 330.3 (075.8) ББК 65.в6я73

ISBN 978-5-94984-365-9

© ФГБОУ ВПО «Уральский государственный  
лесотехнический университет», 2011 ©  
Л.А. Чернышев, С.Н. Боярский, 2011

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....	6
1.1 Задачи и классификация прогнозов.....	6
1.2 Этапы и принципы процесса прогнозирования.....	14
1.3 Системный подход в прогнозировании.....	19
1.4 Инерционность процессов, как основа прогнозирования.....	28
2. МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....	33
2.1 Методы прогнозирования и область их применения.....	33
2.2 Формализованные методы прогнозирования.....	38
2.2.1 Статистические методы прогнозирования.....	38
2.2.2 Структурное прогнозирование.....	42
2.2.3 Прогнозирование по аналогии.....	44
2.2.4 Прогнозирование методом экстраполяции.....	45
2.3 Экономико-математическое моделирование.....	54
2.4 Экспертные методы прогнозирования.....	58
2.4.1 Индивидуальные экспертные оценки.....	59
2.4.2 Коллективные экспертные оценки.....	61
2.4.3 Метод «Дельфи».....	65
2.4.4 Метод построения сценариев.....	66
2.5 Комплексные системы прогнозирования.....	73
3. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ВЕРИФИКАЦИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....	80
3.1 Информационное обеспечение прогнозирования.....	80
3.2 Оценка точности и адекватности прогностических моделей.....	94
4. СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	103
4.1 Организация разработки экономического прогноза.....	103
4.2 Система прогнозов и планов предприятия.....	107
4.3 Место планирования в управлении и принятии решения.....	108
4.4 Роль нормативов в планировании.....	113
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИПОВЫХ ПРОГНОЗОВ.....	116
5.1 Использование регрессионного анализа.....	116
5.2 Моделирование с аддитивной компонентой.....	122
5.3 Модель с мультипликативной компонентой.....	125
5.4 Метод скользящей средней и экспоненциального сглаживания.....	129
Краткий словарь терминов.....	132
Список использованных источников.....	136
Приложения.....	139

## Введение

*"Управлять - значит прогнозировать и планировать, организовывать, руководить командой, координировать и контролировать".*

*Анри Файоль*

В современных условиях умение предвидеть и прогнозировать будущее, а следовательно, и влиять на социальные процессы становится также одним из самых ценных качеств молодого специалиста.

В результате изменений организационных форм функционирования предприятий различных отраслей, усложняются их экономические и социальные связи и отношения. Поэтому упор приходится делать не на стандартные решения, а на способность достаточно оперативно и правильно изменять хозяйственную ситуацию и искать подход, являющийся оптимальным в конкретных условиях.

Сущность данного научного и учебного направления состоит в систематическом анализе социальных процессов через призму теоретико-методологических принципов для выявления проблем и тенденций общественного развития, определения путей решения экономических и управленческих задач.

Основой для такого подхода в принятии управленческих решений является экономическое прогнозирование, призванное выявить общие перспективы и тенденции организационно-структурного развития, обеспечить сбалансированность краткосрочных и долгосрочных программ. При этом важно суметь обнаружить всю совокупность факторов и причин, определяющих функционирование и развитие исследуемой хозяйственной структуры.

Трансформация системы экономического прогнозирования является одним из важных элементов преобразований, способствующих нормальному функционированию предприятий в изменяющихся организационно-экономических условиях. Она должна быть направлена на коренные преобразования в прогностике, заключающиеся в развитии способностей решения самых разнообразных задач управления в условиях неустойчивости внешней среды с помощью адекватного инструментария, требующего обоснования и установления сферы его использования.

Однако в условиях усложнения объектов прогнозирования и динамичности внешней среды разработка такого инструментария практически невозможна без освоения теоретических основ прогнозирования, ко-

торое, принимая в переходный период беспрецедентные масштабы, является первоосновой всех процессов управления.

В данном пособии излагаются теоретические и методические вопросы экономического прогнозирования: системный подход к прогнозированию с учетом особенностей переходного периода; методы прогнозирования и условия их применения; методология разработки экономических прогнозов; информационные и организационные аспекты прогнозирования. Рассматривается проблема прогнозирования в соотнесении с (внутрифирменным) планированием, различные виды и методы прогнозирования, сложности, связанные с неопределенностями и рисками, а также планирование как часть деловой жизни и как управленческое решение.

Учебное пособие предназначено для студентов всех форм обучения для специальностей в области «Экономика и управление», а также для практиков, занятых в различных отраслях народного хозяйства по вопросам прикладной экономики, прогнозирования и принятия решений.

## 1. ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

### 1.1. Задачи и классификация прогнозов

Важнейшим рычагом государственного регулирования являются экономическое прогнозирование и планирование социально-экономического развития.

Зарубежный опыт свидетельствует, что прогнозирование социальных систем занимает ведущее место (53 %) среди других областей исследования. По временным параметрам соотношение исследований в процентах таково: на 5—10 лет — 52%; на 5—25 лет — 64%; на 10—25 и более лет — 26% [32].

Объективная необходимость прогнозирования и планирования в условиях рыночной экономики, прежде всего обусловлена:

- общественным характером производства;
- усложнением межотраслевых и региональных связей;
- необходимостью поддержания рациональных народнохозяйственных пропорций;
- неспособностью рыночной экономики к саморегулированию, особенно на кризисных стадиях воспроизводственных циклов;
- деятельностью государства как субъекта рыночных отношений.

В условиях социально-экономических преобразований и кризиса, свойственных переходной экономике, значительно усложняется процесс управления хозяйственными структурами. Возникают новые цели и задачи, изменяются формы собственности предприятий, налаживаются новые хозяйственные связи, формируются рыночные механизмы управления. Многие появляющиеся в связи с этим проблемы невозможно решить без профессионального менеджмента, который носит характер непрерывного процесса через реализацию функций управления [25].

Особую роль в современном менеджменте играет стратегическое управление, включающее:

- выработку главной цели бизнеса;
- прогнозирование как предвидение результатов развития, происходящего под воздействием существующих факторов;
- перспективное планирование в качестве системы мер, необходимых для преодоления отклонения прогнозируемых итогов от установленных параметров.

Как плановая, так и вся практическая работа в организации органически связаны с необходимостью проведения процесса прогнозирования.

Причём каждый менеджер и специалист по планированию на современном предприятии должен уметь владеть основными навыками и технологией прикладного прогнозирования. Это связано как с расширением их прав и обязанностей, так и с необходимостью более гибкой адаптации в окружающей среде.

Прогнозирование - это система количественных и качественных предплановых изысканий, направленных на выяснение возможного состояния и результатов деятельности предприятия в перспективе.

Прогнозирование - это способ научного предвидения, в котором используется как накопленный в прошлом опыт, так и текущие допущения насчет будущего с целью его определения, т.е. научно обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем, об альтернативных путях и сроках его существования.

Прогнозирование определяет реальность и благоприятность для хозяйственной структуры поставленных перед ней целей. Разумеется, что некоторые приемы и средства прогнозирования применяются и в процессе определения целей, особенно долгосрочных, но и определении степени их достижения.

В предвидении будущего хозяйственной системы прогнозирование, с одной стороны, предшествует планированию, а с другой - является его составной частью и используется на разных стадиях осуществления деятельности по планированию:

- применяется на этапе анализа среды и определения предпосылок для формирования стратегии системы;

- осуществляется на стадии реализации планов для оценки возможных результатов и их отклонений от плановых показателей с целью организации дополнительных управляющих воздействий на систему для ликвидации отклонений.

В качестве основных отличий прогнозирования от планирования называются следующие [11]:

- прогнозирование осуществляется в условиях с высокой долей неопределенности или случайности;

- объектом прогнозирования чаще всего являются совокупность хозяйственной системы и внешней среды;

- прогнозирование в большей степени ориентировано на исследование развития внешней среды хозяйственной системы, носит системный характер;



прогнозирование носит информационный, консультативный характер, принятие решения необязательно, в то время когда планирование носит директивный характер;

при прогнозировании в связи с большим периодом упреждения и неопределенностью используются общие расчетные или экспертные нормы.

Таким образом, прогнозирование по своему составу шире планирования, так как включает не только показатели деятельности хозяйствующего субъекта, но и в большей степени учитывает изменяющиеся параметры внешней среды, а также представляет собой комплекс аргументированных предположений (выраженных в качественной и количественной формах) относительно будущих параметров экономической системы.

Основными задачами прогнозирования являются:

дать объективное и достоверное представление о том, что будет с объектом прогнозирования при тех или иных условиях;

накопление научного материала для обоснованного выбора прогнозных решений;

научный анализ экономических, социальных, научно-технических процессов и тенденций;

исследование объективных взаимосвязей социально-экономических явлений развития народного хозяйства в конкретных условиях места и времени;

выявление альтернатив экономического и социального развития;

выбор и обоснование варианта прогноза.

Основные задачи прогнозирования связаны с тем, чтобы прогноз, помимо анализа будущих возможностей, являлся основой для разработки стратегии планирования и управления предприятием и позволял определять:

основные технические и организационно-экономические проблемы и сроки их решения;

материалы, технологические процессы и оборудование, предназначенные для изготовления новой перспективной и традиционной продукции;

ожидаемые объемы производства продукции у конкурентов и потребность в ней на рынках;

ожидаемую себестоимость разработки и производства этой продукции;

мощность предприятия, необходимую для разработки и изготовления новой продукции;

потребность в трудовых ресурсах с учетом изменения их структуры, квалификации и ожидаемого роста производительности труда. Прогноз должен включать:

краткий анализ развития прогнозируемого направления производства и характеристику его современного состояния;

выявление перспективных технических и экономических проблем, уже решенных, но не получивших практического применения;

оценку важности проводящихся исследований, требующих внимания и затрат для решения будущих проблем.

В настоящее время существует множество видов различных прогнозов, зависящих от цели, характера объектов, масштаба разработок, методов познания, времени упреждения, степени вариантности и т.д.

В зависимости от цели прогнозирования прогнозы делятся на:

познавательные прогнозы, подразумевающее описание возможных или желательных перспектив, состояний, будущего;

управленческие - предполагающее использование информации о будущем при принятии решений.

Процесс разработки прогнозов основывается на научных методах познания социально-экономических явлений и использовании совокупности методов, средств и способов экономической прогностики.

По масштабу прогнозных разработок выделяют:

прогнозы макроэкономические (народнохозяйственные), межрегиональные и межотраслевые прогнозы развития народнохозяйственных комплексов (топливно-энергетического, агропромышленного, инвестиционного, инфраструктурного, социального и др.);

прогнозы отраслевые (промышленности, сельского хозяйства, строительства, транспорта, образования, здравоохранения и других отраслей материального производства, непроизводственной сферы);

прогнозы региональные - национально-государственных и административно-территориальных образований в составе Российской Федерации;

прогнозы первичных звеньев народнохозяйственной системы (предприятий и организаций);

прогнозы отдельных производств и продуктов.

По времени упреждения прогнозы подразделяются на [22,28]:

дальнесрочные (период упреждения свыше 20 лет);

долгосрочные (период упреждения от 5 до 15, 20 лет);

среднесрочные (период упреждения от года до 5 лет);  
краткосрочные (период упреждения от одного месяца до года);  
оперативные (период упреждения до одного месяца).

Как правило, чем продолжительней период, на который составляется прогноз, тем существенней отклонение фактических данных от прогнозируемых.

В современных условиях, характеризующихся неустойчивостью внешней среды, использование фиксированного календарного периода для разработки прогнозов часто затрудняет практическое их использование в менеджменте.

В директивной экономике в основном сложилась практика формирования текущих, кратко-, средне- и долгосрочных прогнозов - программ (соответственно на 1 год, 5, 10 и 20 лет). Главным недостатком такого подхода является то, что календарный период охватывает различные этапы, отличающиеся качественными параметрами (например, этапы жизненного цикла товара, разработки месторождений в добывающих отраслях, изменения производственной мощности и т.п.).

Для обеспечения практического использования прогнозов в условиях нестабильной экономической ситуации в периоде прогнозирования следует выделять различные циклы, этапы, фазы развития прогнозируемого объекта. Продолжительность каждого конкретного цикла определяется целевыми установками менеджмента, особенностями объекта прогнозирования (сложной хозяйственной системы или ее подсистем), требованиями к оперативности принимаемых управленческих решений и т.п. При таком подходе прогнозы непосредственно, а не через календарный период, становятся связанными с реальными экономическими процессами [11].

Многообразие используемых в практической деятельности прогнозов образует определенную систему, под которой следует понимать определенное единство методологии, организации и разработки прогнозов, обеспечивающее их согласованность, преемственность и непрерывность.

В зависимости от характера исследуемых объектов выделяют прогнозы: экономические, природных ресурсов, научно-технические, демографические и социального развития и др.

*Экономические прогнозы* исследуют перспективы развития отдельных элементов производительных сил и производственных отношений: производительность труда; использование и воспроизводство трудовых ресурсов; объем и структуру основных фондов; объем и структуру инве-

стиций и их эффективность; темпы экономического роста: развития отраслей и народнохозяйственных комплексов; динамику, объем, состав и качество выпускаемой продукции и др.

Экономические прогнозы можно воспринимать как всеобъемлющие, содержащие элементы как социального, так и научно-технического прогнозирования.

Задачами экономического прогнозирования являются:

предвидение возможного распределения ресурсов по различным направлениям; определение нижних и верхних границ получаемых результатов; оценка максимально возможного количества ресурсов, необходимого для решения хозяйственных и научно-технических проблем и др.

В отличие от экономического научно-технический прогноз определяет вероятное натурально-вещественное состояние прогнозируемого объекта (системы).

*Научно-технические прогнозы* исследуют перспективы достижений научно-технического прогресса, оказывающие существенное влияние на размещение производства, природные факторы. Выделяют следующие их виды:

прогнозы развития науки как одной из сфер человеческой деятельности;

прогнозы фундаментальных и прикладных исследований;

прогнозы развития и использования достижений научно-технического прогресса в народном хозяйстве;

определение последствий научно-технического прогресса и др.

*Демографические прогнозы* исследуют перспективы движения народонаселения и воспроизводство трудовых ресурсов, численность и естественное движение населения (рождаемость, смертность), соотношения по половому и возрастному составу, уровень занятости трудоспособного населения, его квалификационный и профессиональный состав и др.

*Прогнозы социального развития* исследуют перспективы потребления населением продуктов питания и непродовольственных товаров, розничный товароборот, развитие отраслей непродовольственной сферы: общее и профессиональное образование, культуру и искусство, здравоохранение, жилищно-коммунальное хозяйство, бытовое обслуживание населения и др.

Другим видом классификации прогнозов является их деление на:

творческое видение, основанное на использовании субъективного мнения прогнозиста и его интуиции;



поисковое прогнозирование, базирующееся на изучении тенденций развития хозяйственной системы и продлении их в будущее.

Поисковое прогнозирование в свою очередь может быть двух видов[25]:

экстраполятивным - традиционным;

альтернативным - нормативным.

Сочетание видов поискового прогнозирования представлено на рис.

1.1.

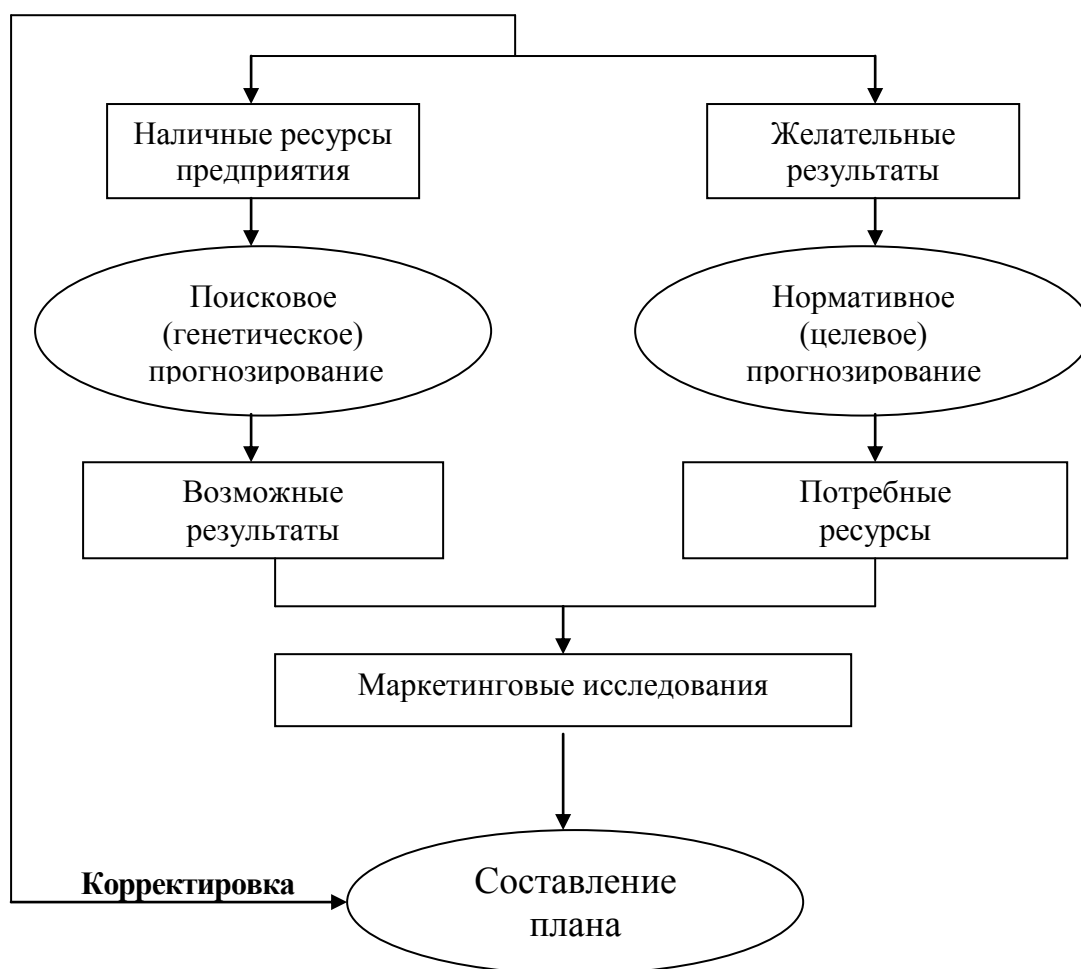


Рис. 1.1. Поисковое прогнозирование

Экстраполятивный прогноз предполагает, что экономическое развитие происходит гладко и непрерывно, поэтому прогноз, может являться простой проекцией (экстраполяцией) прошлого в будущее.

Альтернативный подход исходит из того, что внешняя и внутренняя среда постоянно изменяются, и вследствие этого:

процесс развития происходит не только гладко и непрерывно, но и скачкообразно, прерывисто;

существует множество вариантов будущего развития хозяйственной системы.

Сопоставление и согласование прогноза на базе указанных двух подходов способствует получению наиболее полного материала для определения политики хозяйственной системы [47].

Таким образом, при альтернативном прогнозировании создаются прогнозы, включающие сочетание различных вариантов развития выбранных показателей и явлений. Данный вид прогнозирования может объединить два способа развития - гладкий (равномерный) и скачкообразный, создавая синтетическую картину будущего [2].

По способу представления прогнозируемого показателя:

точечный прогноз, который предполагает, что данный вариант имеет единственное значение прогнозируемого показателя;

интервальный прогноз - это предсказание будущего, в котором предполагается некоторый интервал, диапазон значений прогнозируемого показателя (рис. 1.2).

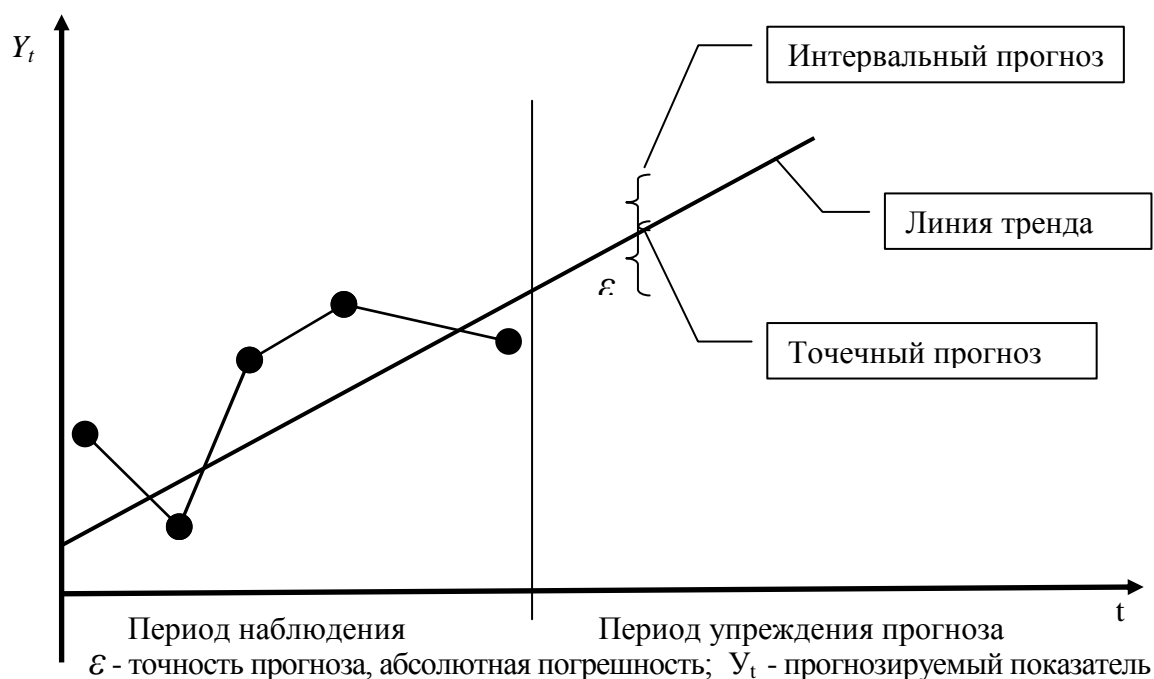


Рис.1.2. Точечный и интервальный прогноз

По степени вариантности прогнозы можно разделить на:

вариантные, когда имеются несколько вариантов развития системы;

инвариантные, когда прогноз предполагает только один вариант развития. Такие прогнозы часто основываются на экстраполятивном подходе, простом продолжении сложившейся тенденции.

Прогнозирование развития народного хозяйства охватывает все аспекты и уровни его функционирования и основывается на совокупности всех перечисленных выше прогнозов, т.е. носит комплексный характер.

## **1.2. Этапы и принципы процесса прогнозирования**

Процесс экономического прогнозирования – это поиск возможного реалистического и обоснованного развития народного хозяйства. При этом прогнозирование основано на использовании прогностических методов и базируется на принципах: системности, научной обоснованности, адекватности, альтернативности, целенаправленности и др. Любой прогноз представляет варианты развития с определенной степенью вероятности и содержит материалы, необходимые для разработки и принятия обоснованных управленческих решений [28].

*Принцип системности* - предполагает рассмотрение объекта в его связи и зависимости с другими процессами и явлениями, исследование количественных и качественных закономерностей, построение такой логической цепочки исследования, согласно которой процесс выработки и обоснования любого решения отталкивается от определения общей цели системы и подчинения достижению этой цели деятельности всех входящих в нее подсистем. При этом данная система рассматривается как часть более крупной системы, также состоящей из определенного количества подсистем.

*Принцип научной обоснованности* – основывается на: учете требований экономических законов, применении научного инструментария, изучении достижений отечественного и зарубежного опыта формирования прогнозов, использовании методик и моделей, как условия научного формирования системы прогнозов их обоснованности, действенности и своевременности.

*Принцип целенаправленности* - предполагает целенаправленный характер прогнозирования, т.е. содержание прогноза не должно сводиться только к предвидению, а включать и цели, которые желательно достигнуть.

*Принцип адекватности прогноза объективным закономерностям* - характеризует не только процесс выявления тенденций развития, но и оценку устойчивости тенденций и взаимосвязей, а также, создание теоретического аналога реальных экономических процессов.

Реализация принципа адекватности предполагает учет вероятностного характера экономических и социальных процессов. Это означает необходимость оценки как господствующих тенденций, так и сложившихся отклонений, определение возможной области их расхождения, а также оценку вероятности их реализации в будущем.

*Принцип альтернативности* - предполагает выбор вариантов развития по разным траекториям, при разных взаимосвязях и структурных соотношениях. Переход от имитации сложившихся процессов и тенденций к предвидению их будущего развития основан на построении альтернатив, т.е. определения нескольких возможных, а зачастую и противоположных, взаимоисключающих путей развития.

*Принцип историчности* - предполагает рассмотрение прогнозируемых явлений и процессов во взаимосвязи их исторических форм. Другими словами, в процессе прогнозирования необходимо исходить из того, что состояние исследуемого объекта есть закономерный результат его предшествующего развития, а будущее — закономерный результат его развития в прошлом и настоящем.

Научный анализ прогнозов осуществляется в три стадии: ретроспекция, диагноз, проспекция.

Под *ретроспекцией* понимается этап прогнозирования, на котором исследуется история развития объекта для получения его систематизированного описания. На этой стадии осуществляется сбор и обработка информации, оптимизация состава источников, уточнение и окончательное формирование структуры и состава характеристик объекта прогнозирования.

*Диагноз* — этап прогнозирования, на котором исследуется систематизированное описание объекта прогнозирования с целью выявления тенденции его развития и выбора моделей, методов прогнозирования. На стадии диагноза производится анализ объекта прогнозирования. Анализ заканчивается выбором и обоснованием модели, а также метода прогнозирования.

*Проспекция* — этап прогнозирования, на котором по данным диагноза разрабатываются прогнозы будущего развития объекта, и производится оценка достоверности, точности, обоснованности прогноза (верификация). На стадии проспекции выявляется недостающая информация



об объекте прогнозирования, уточняется ранее полученная, вносятся коррективы в модель прогнозируемого объекта в соответствии с вновь поступившей информацией.

Исследование объективных связей социально-экономических явлений осуществляется в процессе разработки механизма использования экономических законов, являющихся отражением существенных причинно-следственных связей явлений, выражающих их повторяемость в определенных условиях.

Оценка объекта прогнозирования базируется на сочетании вероятностного и детерминированного подходов.

Сущность вероятностного подхода основана на признании невозможности в социально-экономических системах получить абсолютно точные сведения о всех процессах, которые в данный момент происходят, а тем более в деталях предвидеть будущее.

Детерминированный подход основан на признании социально-экономической системы не вероятностной, а детерминированной. Это означает, что каждое решение вызывает строго определенный результат. Случайными, не предвиденными заранее воздействиями при этом пренебрегают.

Выявление объективных альтернатив исследуемого процесса и тенденций его развития на перспективу предполагает необходимость выбора между взаимоисключающими возможностями. Выбор и обоснование варианта прогноза осуществляется на основе генетического (исследовательского, поискового) и нормативного (целевого) подходов.

*При генетическом подходе* определяются возможные состояния объекта прогнозирования в перспективе, с учетом сохранения существующих тенденций развития этого объекта. При этом не учитываются условия, которые могут изменить эти тенденции.

*При нормативном подходе* определяются возможные состояния объекта исходя из выдвинутых рекомендаций желаемого поведения объекта. Например, при прогнозировании спроса и предложения разработку норм потребления, а также мер, стимулирующих применение таких норм (воспитание вкуса потребителей и др.).

Нормативное прогнозирование исходит из общих целей и стратегических ориентиров на будущий период. При таком подходе рассматриваются только рациональные варианты прогноза, т.е. варианты поискового прогноза, которые обеспечивают попадание в требуемое конечное состояние из текущего (исходного) с учетом существующих ограничений на ресурсы.

Особой сложностью разработки обладают макроэкономические прогнозы, разрабатываемые на уровне народного хозяйства и отдельных отраслей (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Комплексный народно-хозяйственный прогноз

Процесс практического прогнозирования можно разбить на несколько стадий:

формулирование задания на разработку прогноза (предпрогнозная ориентация);

собственно прогнозирование объекта;

верификация (оценка достоверности прогноза).

Последовательность разработки экономического прогноза можно проследить на примере отраслевого подхода, который включает:

описание и анализ развития отрасли за ретроспективный и настоящий периоды, включая оценку результатов;

прогноз основных направлений развития отрасли на основе поискового подхода;

постановку целей и основных задач развития отрасли, прогноз основных тенденций развития на основе нормативного метода;

выявление «разрывов» между показателями нормативного и поискового методов, разработка путей решения проблем на основе вариантов развития отрасли с учетом ограничений внешнего и внутреннего характера;

выбор варианта развития и подготовка исходной информации для межотраслевого баланса.

Социально-экономические прогнозы традиционно разрабатываются поэтапно:

1 этап. Подготовка материалов (сбор, анализ и корректировка) по прогнозируемой проблеме.

2 этап. Разработка (корректировка) отдельных долгосрочных, среднесрочных и текущих научно-технических и социально-экономических прогнозов: анализ тенденций и проблем; разработка прогнозов в составе предполагаемой комплексной программы.

В условиях рыночной экономики при разработке любого прогноза учитываются [28]:

1. Формы организации материальных потоков. Преобладающая часть всех видов продукции реализуется свободно. В связи с этим разработать достоверный прогноз загрузки мощностей в том или ином производстве можно только на основе детальной информации о конъюнктуре на товарных рынках.

2. Способы формирования денежных потоков. Финансовые ресурсы в преобладающей части вышли из сферы прямого государственного регулирования. Поэтому важно определить, каких объемов частный капитал и куда он будет направлен.

3. Динамика цен и их влияние на производство и распределение. Сейчас нельзя получить ни одной достоверной прогнозной оценки по производству, не зная конъюнктуры цен.

4. Внутренняя конвертируемость рубля. Известно, в каких отраслях зарабатывается валюта, а в каких она нужна для импорта. Прогноз определяет ее движение, переход от одних собственников к другим.

Таким образом, технология построения экономических прогнозов представляет собой сложный многошаговый процесс, который невозможно реализовать без комплексного (системного) подхода и выработки научной теоретико-методологической основы прогностических расчетов.

### 1.3. Системный подход в прогнозировании

Для решения крупных комплексных задач прогнозирования применяются системный анализ и синтез. В качестве системы выступают народное хозяйство в целом, его сферы, части, отрасли, предприятия; выделяются подсистемы, входящие в систему более высокого порядка. Система предполагает целостность, единство своих элементов, которые взаимообусловлены и иерархически соподчинены. При системном анализе острее и непосредственнее обнажаются проблемы и выявляются способы их решения. Эффективность системного анализа обусловлена тем, что целое всегда больше суммы его частей [25].

Овладение системными знаниями и их практическое использование в процессе экономического прогнозирования составляет основу научного подхода к принятию управленческих решений по результатам прогнозного моделирования.

Системный анализ - это совокупность конкретных методов и практических приемов решения различных проблем, возникающих во всех сферах целенаправленной деятельности общества на основе системного подхода и представления объекта прогнозирования в виде системы. Системный подход позволяет найти вариант решения сложных производственно-хозяйственных проблем в условиях достаточно высокой неопределенности поведения системы и неполноты знаний о ней [27].

Система - это абстракция, которая отражает системные качества, присущие предметам, явлениям и другим объектам прогнозирования. Систему можно рассматривать также как множество взаимодействующих элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом и составляющих целостное образование.

Процедура системного анализа в прогнозировании представляет собой исследование экономической системы с целью поиска наилучшей альтернативы управления. Она включает ряд этапов:

определение целей и задач исследования и критериев их достижения;

определение объекта и предмета исследования;

сбор и обработку информации;

выявление структуры объекта, описание его свойств;

определение целей жизнедеятельности объекта;

построение гипотез о механизме функционирования объекта;

исследование объекта с помощью моделей и неформальных



методов, включающее уточнение целей и гипотезы о механизме функционирования объекта, корректировку моделей, определение перечня возможных альтернатив управления;

прогнозирование последствий реализации выбранных альтернатив управления и выбор из них наиболее рациональной [42].

По причине усложнения структуры хозяйствующих субъектов в условиях переходной экономики (например, создания сложных хозяйственных корпоративных структур) достаточно проблематично провести анализ и прогнозирование развития всей системы в целом. В этом случае следует прибегнуть к декомпозиции - разделению системы на части, и исследовать эти части как самостоятельные объекты. Декомпозицию сложной хозяйственной структуры можно провести, выделяя входящие в ее состав подсистемы, т.е. крупные составляющие, которые по своему составу также являются сложными системами.

Выделенные подсистемы должны: оказывать влияние на достижение конечных результатов системы; быть привязаны к целому с помощью определенных отношений каждой части к общественной характеристике (или характеристикам), имеющей необходимую и функциональную логическую связь с выполнением задач всей системы; быть созданы по признакам, обнаруживающим необходимую функциональную связь друг с другом и с системой в целом; объединять более мелкие подсистемы, позволяющие объяснить и понять поведение системы в целом; быть увязанными с поведением всех элементов системы через ее подсистемы для связи с внешней средой [25].

Процесс декомпозиции сложной хозяйственной структуры следует начинать с вычленения управляющей и управляемой подсистем. Подобная декомпозиция позволяет выделить объекты и субъекты на каждом уровне управления, причем объект одного уровня одновременно может выступать субъектом другого.

На последующих этапах декомпозиции хозяйственной структуры выделяются и структурируются организационная и функциональная компоненты, определяется структура производственного процесса, и устанавливаются связи между элементами системы.

Декомпозицию можно продолжить с целью более детальной структуризации объекта. Тем самым обеспечивается декомпозиционно-синтетический подход при изучении развития сложных хозяйственных структур.

Усложнение структуры объектов прогнозирования приводит к тому, что утрачивается гибкость реакции в результате изменения параметров

внешней среды. В результате затрудняется и замедляется передача информации, что не может не сказаться на скорости и своевременности принятия решений.

Из всех функций управления практически одна, а именно прогнозирование (планирование), позволяет повысить эту гибкость и свести к минимуму все негативные моменты (в частности, повысить оперативность в принятии управленческих решений на основе прогнозов). В процессе прогнозирования устанавливаются возможные направления развития предприятия в будущем на основе анализа тенденций этого развития, определяются цели, средства, а также разрабатываются методы, наиболее эффективные для управления в конкретных условиях. Прогнозирование тесно связано с другими функциями управления (рис.1.4).

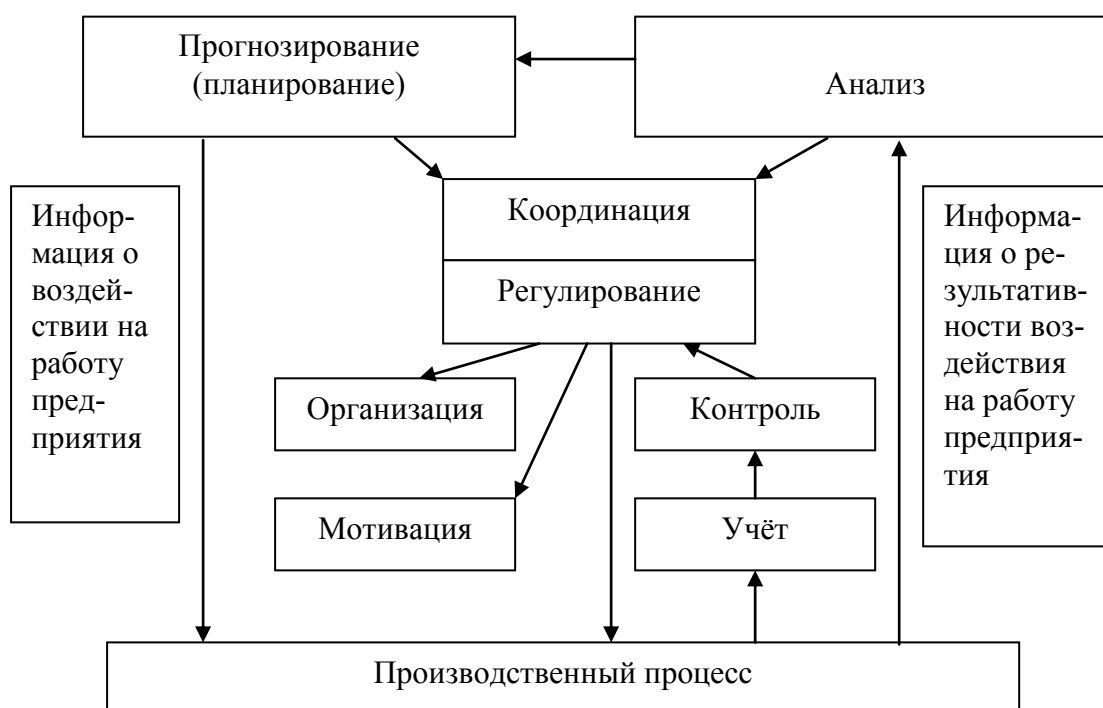


Рис.1.4. Связь прогнозирования с функциями управления

Данный цикл является ничем иным, как движением информации, где переход от одной функции к другой есть передача потока информации, а сами функции — это обработка информации с помощью различных способов и методов; документирование; принятие функциональных решений; возникновение новой информации. При этом поток информации, идущий от таких функций, как прогнозирование (планирование), организация, мотивация, координация и регулирование, несет в себе

воздействие управляющей системы на управляемую, то есть аппарата управления на производственные и функциональные подразделения предприятия. Информация, обрабатываемая на стадиях учета, контроля и анализа, дает аппарату управления сведения о результативности этих воздействий.

Приведенная модель процесса управления представляет собой идеальную конструкцию. Однако в реальной практике такая модель не всегда реализуется полностью. Некоторые функции могут не включаться в цикл управления или включаться изредка. Некоторые выполняются лишь поверхностно. Иногда функции между собой не имеют четкого разделения и реализуются параллельно.

Следует иметь в виду, что эффективность реализации функций зависит не от того, в каком объеме они выполняются, а от того, насколько оптимальным будет принято решение, основанное на результатах реализации той или иной функции, и насколько точно оно будет исполнено.

Все управленческие решения, в чем бы ни заключался их смысл, и на реализацию какой функции управления они бы ни были направлены, всегда связаны с целью приведения объекта управления в желаемое состояние. Это состояние можно оценить качественно и количественно.

Для формирования системы этих показателей первоначально необходимо четко сформулировать цель развития хозяйственной структуры.

Определение целей развития экономических объектов следует начинать уже с процесса прогнозирования (а не в ходе планирования, как это обычно делают, превращая прогнозирование лишь в метод поиска основных тенденций, в то время как оно должно являться инструментом управления и принятия решений). Первоначально необходимо сформулировать глобальную (главную, основную) цель, а затем осуществить ее декомпозицию на подцели. Декомпозиция целей во времени и пространстве в соответствии с организационной структурой предприятия образует иерархическую структуру задач, последовательное и параллельное решение которых должно обеспечить достижение цели (иерархию целей).

Глобальная цель может быть представлена как иерархическая совокупность множества взаимосогласованных и взаимодействующих целей локальных уровней. Ее можно представить в виде древовидной структуры («дерева целей») -  $Z$ .

$$Z = \{Z_0, Z_1^k, Z_k^i, \dots, Z_n^i\}, \quad (1.1)$$

где  $Z_0$  - начальный момент (цель, мероприятие, ресурс);

$Z_i$  - множество элементов на  $i$ -ом уровне (локальные цели  $i$ -го уровня);

$k$  - номер уровня дерева взаимосвязей;

$n$  - количество элементов на  $i$ -ом уровне.

Для оценки состояния хозяйственной структуры до и после осуществления прогнозирования и управленческого воздействия на его основе необходим обоснованный критерий, который выражается как некоторая функция от состояния системы. Критерий выступает в виде признака, по которому функционирование системы признается наилучшим из возможных вариантов. Для сложных хозяйственных структур, в силу их многогранности, критерий является многомерным фактором, который включает в себя в качестве компонентов параметры эффективности. К параметрам эффективности относят наиболее важные параметры системы, которые позволяют оценить качество решения проблемы и достижение поставленных целей. Ими могут выступать стоимость, доход, прибыль (убытки) и т.д. [11]. Результатом системного анализа является создание системной модели объекта прогнозирования. Модель системы позволяет лучше понять объект. При разработке прогноза желательно создать типовое представление (абстрактную модель) изучаемого объекта, позволяющее применять при анализе и последующем прогнозном моделировании некоторого абстрактного типового аналога с унифицированным набором исходных данных и связанных с ним приемов диагностики и прогнозирования.

Типовое представление сложной структуры позволит получить минимальный набор информации об объекте и субъекте, корректно решать задачи управления ими.

В экономической литературе [11] типовые представления делят на два класса:

кибернетические, абстрагирующие от структуры представляемого объекта (к этому классу относят модель «параметр - поле допуска»);

некибернетические, то есть учитывающие структуру объекта.

Некибернетическое представление, в свою очередь, может быть функционально-декомпозиционным, представленным в виде контуров обслуживания, или агрегативно-декомпозиционным.

При функционально-декомпозиционном представлении, исходя из располагаемой информации, составляется функциональный портрет объекта прогнозирования, где фиксируются участие подсистем в реализации определенных функций цели системы. В состав таких портретов может

включаться информация об участии подсистемы в реализации целевой функции, характеристики подсистемы с точки зрения разработки (например, производственные площади, объемы финансирования и т.п.).

Преимуществом такого представления является небольшой объем исходной информации, что позволяет проводить анализ сверхсложных систем, а также систем на начальных стадиях разработки.

Представление в виде контуров обслуживания основано на определении набора взаимосвязанных элементов, функционирование которых направлено на решение задач управления процессом в системе, при этом объект рассматривается в виде взаимосвязанной совокупности технологических процессов.

При агрегативно-декомпозиционном представлении сложная система рассматривается как агрегат, который в каждый момент времени находится в определенном состоянии, имеет входные каналы и выходные сигналы.

Агрегатное представление более наглядно и может быть рекомендовано для использования при типовом представлении объекта исследования. Схематично представление объекта прогнозирования в виде агрегата показано на рис. 1.5.

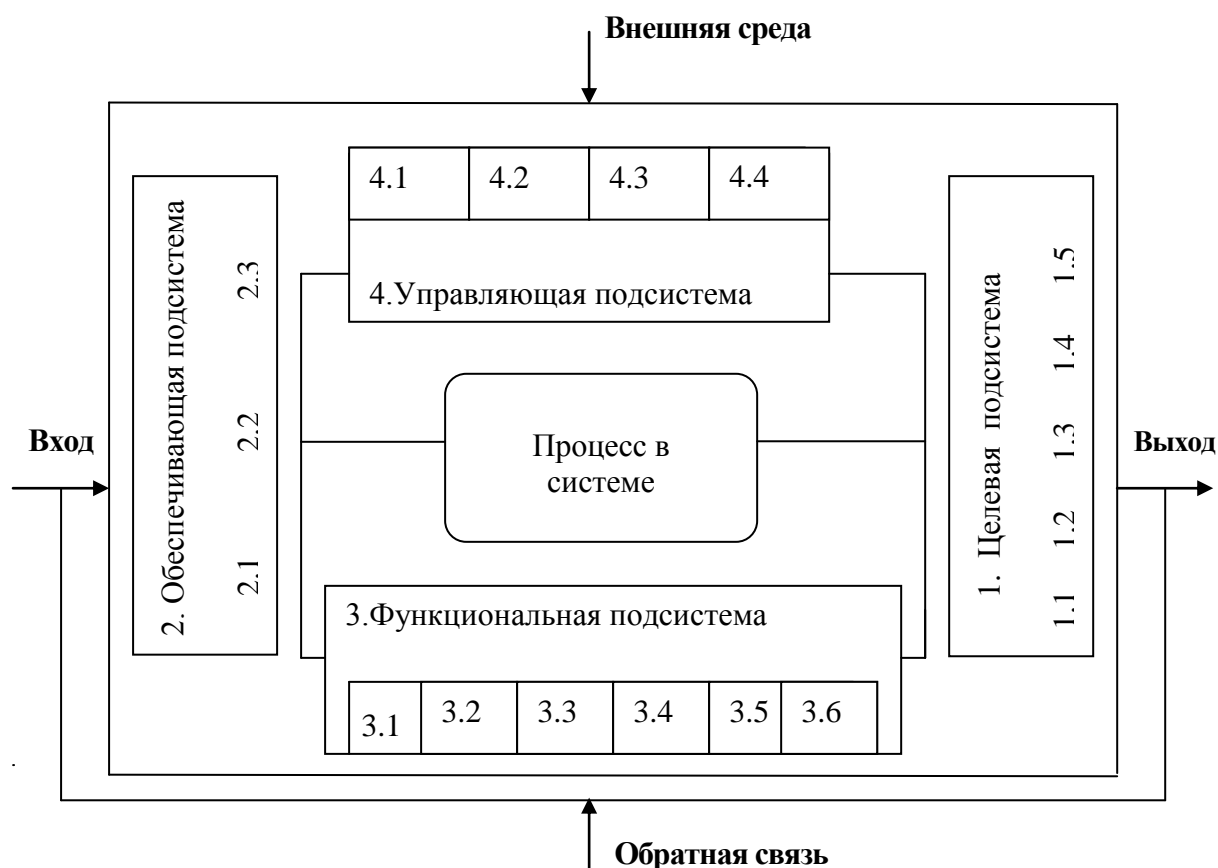
На выходе типового агрегата находится соответствующий товар с присущими ему качественными характеристиками.

Типовое представление объекта прогнозирования в дальнейшем поможет подобрать адекватный метод разработки прогноза. Как было отмечено, процедуре прогнозирования предшествует подготовительный исследовательский этап.

На этом этапе осознаются, структурируются и четко формируются цели прогноза, то есть из прогнозной среды выделяется объект прогнозирования как целостная система, фиксируется соответствующий цели аспект ее функционирования и развития, проводится структурная декомпозиция и строится многоуровневое описание [25].

Описание исходного состояния (анализ) исследуемой системы отражает степень информированности к началу прогнозирования и содержит исходную гипотезу о механизме ее функционирования и развития.

Таким образом, на подготовительном этапе создаётся информационная (в широком смысле) база для проведения прогнозных исследований.



Условные обозначения:

1.1 - повышение качества продукции; 1.2 - ресурсосбережение на всех стадиях технологической цепочки; 1.3 - расширение рынка сбыта; 1.4 - организационно-техническое развитие производства (в т.ч. внедрение инноваций); 1.5 - социальное развитие коллектива и охрана окружающей среды;

2.1 - ресурсное обеспечение (сырье, материалы, ввод мощностей); 2.2 - информационное обеспечение; 2.3 - правовое обеспечение;

3.1 - организация процессов основного и вспомогательного производства; 3.2 - мотивация;

3.3 - регулирование; 3.4 - маркетинг; 3.5 - планирование; 3.6 - учет и контроль по центрам ответственности;

4.1 - управление персоналом; 4.2 - разработка и реализация управленческих решений;

4.3 - анализ в принятии решений; 4.4 - прогнозирование в принятии решений.

Рис. 1.5. Агрегативно - декомпозиционное представление объекта прогнозирования

Процесс прогнозирования может быть представлен как некоторое операторное преобразование ( $\Pi$ ) исходной информации об исследуемом объекте в виде её отображения на будущее, ограниченное глубиной прогноза:

$$\Pi : \{I, t_{yn}\} \rightarrow I_{yn}, \quad (1.2)$$

где  $\Pi$  – оператор прогнозирования;

$I$  – информация об исходном состоянии объекта;

$t_{yn}$  – период упреждения прогноза;

$I_{yn}$  – результат прогноза.

Зависимость (1.2) для сложных хозяйственных систем может быть представлена в более детальном виде:

$$\Pi: \{I, \Pi, U, t_{yn}\} \rightarrow I_{yn}, \quad (1.3)$$

при условии, что

$$\Pi \leq \Pi^*; U^* \leq U \leq U'^*; t_{yn} \leq {}^*t_{yn}; I^* \leq I \leq I'^*, \quad (1.4)$$

где  $\Pi$  – область целей системы в пространстве;

$U$  – уровень управления в принятой декомпозиции системы;

$\Pi^*, U^*, U'^*, I^*, I'^*, {}^*t_{yn}$  – горизонт прогноза, т.е. максимально возможный период упреждения.

Для хозяйственных многоуровневых систем оператор прогнозирования  $\Pi$  представляет собой иерархическую структуру. Например, для трёхуровневой системы

$$\Pi = \{\Pi_{ck}, \{\Pi_{\beta jk}\}, \{\Pi_{\alpha ijk}\}\}, \quad (1.5)$$

где  $\Pi_{ck}$  – оператор прогнозирования высшего уровня;

$\{\Pi_{\beta jk}\}$  – множество операторов прогнозирования второго уровня;

$\{\Pi_{\alpha ijk}\}$  – множество операторов прогнозирования третьего уровня;

$i, j, k$  – число параметров, описывающих систему на каждом уровне.

Таким образом, описание рассматриваемой трёхуровневой системы реализуется в виде иерархии численных параметров системы и ограничений на области их возможных значений.

В рассматриваемой формальной постановке исходная информация о состоянии рассматриваемого объекта ( $I$ ) отделена от механизма его функционирования ( $\Pi$ ). Структура этой информации может быть представлена тремя основными составляющими:

$I_y$  – параметры состояния системы, поддающиеся целенаправленному изменению;



$I_{ny}$  - параметры, эволюция которых не поддается управлению, т.е. не зависит от воли людей;

$I_{en}$  - параметры внешней среды, не поддающиеся изменению в рамках рассматриваемой системы.

В результате получаем

$$I = \{I_y, I_{ny}, I_{en}\}. \quad (1.6)$$

Для прогнозных задач остаточную неопределенность будущего состояния исследуемого объекта определяют  $I_{ny}$  и  $I_{en}$ .

Поэтому для принятия управленческих решений на основе прогноза должен быть определен перечень возможных последствий при определенных, возможных в будущем условиях  $I_{ny}$  и  $I_{en}$ . Это означает, что принятию решения должен предшествовать выбор условий, которые, по мнению лица, принимающего решения, наиболее вероятны.

Другим источником неопределенности является неясность и неоднозначность целей функционирования и развития системы. В процессе прогнозирования цель должна быть сформулирована достаточно конкретно. Задача прогноза - определить границу области реальных (достижимых) целей в различных условиях будущего развития системы (при различных  $I_{ny}$  и  $I_{en}$ ) [42].

Таким образом, прогнозирование связано с неопределенностью в оценке последствий каждого управленческого решения. Эта неопределенность связана также с тем, что за период с момента получения информации об объекте управления (хозяйственной системе) до момента исполнения управляющего воздействия на систему могут происходить:

- старение информации;
- изменение функций, структуры, параметров объекта прогнозирования;
- изменение функций, структуры, параметров внешней среды.

При разработке прогнозов следует иметь в виду, что каждое управленческое решение по своей природе является прогнозным. Эффективность принимаемых решений может быть обеспечена системным единством процессов прогнозирования и планирования, осуществляемых в определенной последовательности: «поисковый прогноз — нормативный прогноз — стратегическое планирование — бизнес-планирование — перспективное планирование — текущее планирование — оперативное планирование» [11].

Соблюдение системного единства и последовательности этапов позволяет раскрывать неопределенности, связанные с внешней средой и состоянием самого объекта прогнозирования. Игнорирование отдельных элементов данной системы может привести: к снижению точности прогнозирования-планирования и эффективности принимаемых управленческих решений; к повышению риска при принятии решений.

Таким образом, квалифицированный, профессионально подготовленный экономист-менеджер должен обладать системными знаниями о науке прогнозирования, что поможет ему при разработке обоснованных управленческих решений.

#### **1.4. Инерционность процессов, как основа прогнозирования**

Принципиальная возможность экономического прогнозирования основывается на закономерном (детерминированном) характере изменения различных показателей и на инерционности технико-экономических процессов [44].

Инерционность в развитии хозяйственных структур проявляется двояким образом [25]:

как инерционность взаимосвязей, т.е. как сохранение в основных чертах механизма формирования явления (инерционность первого рода);

как инерционность в развитии отдельных сторон процессов, т.е. как некоторая степень сохранения их характера (темпов, направления, изменчивости основных количественных показателей) на протяжении сравнительно длинных хронологических отрезков (инерционность второго рода).

Степень инерционности зависит от такого фактора, как размер или масштаб изучаемой хозяйственной структуры или процесса. Если рассматривать производственную систему, то чем ниже уровень в иерархии «предприятие — отрасль - народное хозяйство», тем менее инерционными оказываются соответствующие характеристики.

Последнее обстоятельство можно объяснить тем, что влияние отдельного фактора (например, внедрение инноваций) на низовом уровне часто оказывается доминирующим. На макроуровне показатели более устойчивы, поскольку на их значение оказывает воздействие уже гораздо большее число факторов. Изменение действия ряда из них (иногда оказывающих противоположное влияние) приводит к меньшей потере инерционности, чем на микроуровне.

Опыт свидетельствует о том, что чем «моложе» изучаемая система (хозяйственная структура, экономическое явление, процесс) и, соответственно, чем меньше имелось времени для формирования более или менее

устойчивых взаимосвязей и основных тенденций в ее развитии, тем меньшей инерционностью она обладает.

Наличие инерционности не означает, что экономическая система в своем развитии будет жестко следовать уже наметившейся тенденции. Различные факторы будут в большей или меньшей степени воздействовать на систему, приводя к отклонениям от тенденции.

Прогнозирование инерционных систем осуществляется через анализ области возможного, то есть того, что возможно в будущем. Теория прогнозирования рассматривает понятие возможности как форму детерминации. Различают два типа детерминации [42]:

внутренняя детерминация, свойственная целостным сложным системам, обладающим внутренним источником саморазвития (социальные системы);

внешняя детерминация, предполагающая выделение устойчивых, относительно неизменных отношений, когда исследуемая система рассматривается как нечто постоянное, устойчивое. Это более простая форма детерминации.

Принцип внешней детерминации предполагает проверку изучаемой системы на устойчивость. Это означает, что не любая комбинация свойств и состояний элементов, образующих целостную социально-экономическую систему, возможна в будущем, а только та, которая образует определенную устойчивую форму, отражающую сущность этой системы.

Критерий устойчивости позволяет проводить отбор только тех вариантов будущего, которые могут реально существовать.

Для определения типа инерционности экономической системы необходимо выяснить, присутствует ли в динамических рядах технико-экономических показателей тенденция (тренд).

Выяснение типа инерционности позволяет в дальнейшем подобрать адекватный метод прогнозирования (например, при инерционности первого рода это могут быть регрессионные модели, носящие стационарный характер, а при инерционности второго рода - экстраполяционные модели или авторегрессия).

Основная задача анализа временных рядов состоит в выделении детерминированной составляющей (тренда) и случайной составляющей, а также в оценке их характеристик.

В общем виде временной ряд можно представить как

$$y_t = f(t, x_t) + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (1.7)$$

где  $y_t$  - значения показателей временного ряда;  
 $f(t, x_t)$  - детерминированная составляющая;  
 $x_t$  - значения детерминированных факторов, влияющих на детерминированную составляющую  $f$  в момент времени  $t$ ;  
 $\varepsilon_t$  - случайная составляющая;  
 $T$  - длина временного ряда.

В экономике часто роль детерминированной составляющей играет результирующий показатель, например, объем производства, обусловленный общей тенденцией экономического роста, темпами и объемами инноваций, затратами ресурсов. На этот результат, кроме экономических факторов, могут оказывать долговременное влияние также некоторые природные факторы. Случайная составляющая аккумулирует влияние множества не включенных в детерминированную составляющую факторов, каждый из которых отдельно оказывает незначительное влияние на результат.

Многие исследователи [23,25,29,35,37 и др.] при анализе динамических рядов выделяют следующие четыре основные составляющие:

долговременную составляющую, которая является результатом действия факторов, приводящих к постепенному изменению данного экономического показателя. Так, в результате научно-технического прогресса совершенствования организации и управления производством относительные показатели результативности и эффективности производства растут, а удельные расходы ресурсов на единицу полезного эффекта снижаются;

долговременные циклические колебания проявляются на протяжении длительного времени в результате действия факторов, обладающих большими последствиями, либо циклически изменяющихся во времени (кризисы перепроизводства, периодические природные явления);

кратковременные циклические колебания (сезонная составляющая) показывают колебания факторов в зависимости от времен года (продуктивность сельского хозяйства, сезонные колебания розничного товарооборота);

случайная составляющая образуется в результате суперпозиции большого числа внешних факторов, не участвующих в формировании

детерминированной составляющей и оказывающих незначительное влияние на изменение значений показателей.

Для выявления типа инерционности необходимо проверить зависимость показателей от временного фактора. Для этой цели, в частности, можно порекомендовать метод, разработанный Ф.Фостером и А.Стюартом, предложившими по данным исследуемого ряда определять величины путем последовательного сравнения уровней ряда динамики [44]:

$$u_t = \begin{cases} 1, \text{ если } y_t - \max \text{ из всех } y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-n}; \\ 0, \text{ в остальных случаях} \end{cases} \quad (1.8)$$

$$j_t = \begin{cases} 1, \text{ если } y_t - \min \text{ из всех } y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-n}; \\ 0, \text{ в остальных случаях} \end{cases} \quad (1.9)$$

Далее определяется две простые характеристики  $s$  и  $d$ :

$$s = \sum s_t, \quad (1.10)$$

$$d = \sum d_t, \quad (1.11)$$

$$\text{где: } s_t = u_t + j_t, \quad d_t = u_t - j_t, \quad (1.12)$$

Суммирование в формулах (1.10) и (1.11) производится по всем членам ряда. Полученные показатели  $s$  и  $d$  используются для проверки гипотезы об отсутствии тенденции ( $s$  - средней,  $d$  - дисперсии) в динамике исследуемого экономического показателя. Проверку гипотезы проводят, применяя  $t_a$  - критерий Стьюдента, и сравнивая его с расчетным параметром  $t_{расч}$ , определяя его по формулам:

$$t_{расч} = (d - \mu) / (\sigma_1), \quad (1.13)$$

$$t_{расч} = (s - \mu) / (\sigma_2), \quad (1.14)$$

где  $\mu$  - математическое ожидание величины  $s$ ;

$\sigma$  - средние квадратические отклонения изменения величин  $s$  и  $d$ .

Если  $t_{расч} \geq t_a$ , то гипотеза о наличии тенденции отвергается,  $t_{кр}$  находят по таблицам критических точек распределения Стьюдента (см. приложение 4) в зависимости от уровня значимости гипотезы  $\alpha$  ( $\alpha$  обычно выбирается на уровне 0,05) и числа степеней свободы  $k$ :

$$k = n - 1, \quad (1.15)$$

где  $n$  - число уровней ряда.

Если же  $t_{расч} < t_a$ , то гипотеза принимается, и для исследуемого объекта характерна инерционность второго рода. Данный метод достаточно прост и легко может применяться в практических разработках.

После проверки типа инерционности экономической системы (объекта) необходимо перейти к подбору адекватного метода прогнозирования, а также параметрических моделей в соответствии с алгоритмом, приведенным к количественным расчетам и верификации результатов.

## 2. МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

### 2.1. Методы прогнозирования и область их применения

Под методами прогнозирования понимается совокупность приемов и способов мышления, позволяющих на основе анализа ретроспективных данных, внешних и внутренних связей объекта прогнозирования, вывести суждения, с определенной степенью достоверности, относительно будущего развития объекта.

Выбор конкретного метода является одной из наиболее важных задач прогнозирования. Возрастание актуальности разработки формальных, в том числе логических процедур, при выборе метода прогнозирования отмечает в своих работах Глущенко В.В.[10,11]. При этом можно указать три основные группы причин, влияющих на необходимость выбора метода прогнозирования.

Первая группа состоит в увеличении числа методов прогнозирования, которое и в перспективе будет возрастать в связи с разнообразием практических задач прогнозирования (в настоящее время число методов прогнозирования приближается к двумстам).

Вторая группа причин заключается в том, что в современных неопределенных условиях (переходный период, экономический кризис) существенно возрастает сложность, как самих решаемых задач, так и объектов прогнозирования (создание корпоративных групп, холдингов, объединений и других сложных организационно-производственных структур).

Третья группа причин связана с возрастанием динамичности (подвижности) рыночной среды, ускорением темпов инновационного процесса. Поэтому на выбор конкретного метода прогнозирования влияют:

- существо проблемы, подлежащей решению;
- динамические характеристики объекта прогнозирования;
- вид и характер информационного обеспечения;
- выбранный период упреждения прогноза (и его соотношение с продолжительностью цикла разработки товара или услуги);
- требования к результатам прогнозирования (точности, надежности и достоверности).

Следует иметь в виду, что названные факторы должны рассматриваться в системном единстве.

Для выбора наиболее подходящего метода прогнозирования на начальном предпрогнозном этапе необходимо структурировать информацию об объекте прогнозирования, проанализировать ее (оценить пол-



ноту, непротиворечивость, сопоставимость и соизмеримость данных, точность и достоверность информации). Причем первоначально необходимо выделить из числа общеизвестных методов прогнозирования как приемлемые для решения конкретной задачи, так и те, которые применить по тем или иным причинам нельзя. Последние методы - следует исключить из числа рассматриваемых альтернатив.

Разработкой методов прогнозирования занимается прогностика.

Все существующие методы прогнозирования условно можно разбить на две большие группы:

формализованные (фактографические), которые базируются на фактически имеющейся информации об объекте прогнозирования и его прошлом. Они условно подразделяются на статистические, основанные на построении и анализе динамических рядов, либо на данных случайной выборки (методы экстраполяции), и аналоговые методы, направленные на выявление сходства в закономерностях развития различных систем и процессов (моделирование);

неформализованные (эвристические) – к ним относятся экспертные (интуитивные) методы, где используют мнения специалистов-экспертов и применяют тогда, когда невозможно формализовать изучаемые процессы или имеет место неопределенность развития хозяйственной системы.

Обоснованность прогноза в значительной мере зависит от выбора метода прогнозирования (рис. 2.1).

Особое место в классификации методов прогнозирования занимают комбинированные методы, которые объединяют различные методы прогнозирования. Использование комбинированных методов особенно актуально для сложных социально-экономических систем, когда при разработке прогноза показателей каждого элемента системы могут быть использованы различные сочетания методов прогнозирования. Разнообразием комбинированных методов можно считать эконометрическое моделирование.

Практическое применение того или иного метода прогнозирования определяется такими факторами, как объект прогноза, сложность и структура системы, наличие исходной информации, квалификация прогнозиста. В таблице 2.1 приведена характеристика различных методов прогнозирования экономических систем и область их применения [25].



Рис. 2.1. Методы экономического прогнозирования

Важную роль в выборе метода прогнозирования может сыграть типовое представление объекта прогнозирования. Это связано с тем, что каждому из типовых представлений объекта можно поставить в соответствие множество элементов методической среды прогнозирования.

Это отражает булева (логическая) матрица наличия или отсутствия связи между типовым представлением объекта и методом прогнозирования (табл. 2.2) [11,16].

В этой таблице 0 - отсутствие связи между типовым представлением объекта и искомым методом прогнозирования; 1 - если такая связь существует.

Таблица 2.1

Краткая характеристика методов прогнозирования и область их применения

Метод	Основные условия применения	Особенности применения	Область применения
1. Сценарный (функционально-логическое прогнозирование)	Наличие определенного количества вариантов развития системы	Подчинение стратегической функции развития системы, выбор оптимальной альтернативы управления. Установление логической последовательности событий	Сценарии разрабатываются для определения рамок будущего развития технологии, рыночных сегментов, стран и регионов и т.д. Долгосрочный прогноз, практически неограничен
2. Экстраполяция	Количественное определение важнейших параметров поведения объекта не менее чем за 5 периодов	Прогнозирование на основе предположения о неизменности тенденций в будущем	Прогнозирование показателей по предприятию, прогноз потребностей в ресурсах, прогнозирование спроса, финансовое прогнозирование. Краткосрочный прогноз
3. Регрессионный анализ	Используется для объектов, имеющих сложную, многофакторную природу. Предполагает наличие выборки по исследуемым объектам и показателям	Исследует зависимость определенной величины от другой величины или нескольких величин	Прогнозирование объема инвестиций, уровня затрат, финансовых результатов, объемов продаж и т.п. Используется в среднесрочном прогнозировании
4. Экспертный	Создание экспертной группы из высококвалифицированных специалистов в данной области (численностью не менее 9 человек)	Прогнозирование развития объектов по экспертным оценкам	Прогнозирование рынков сбыта, сроков обновления выпускаемой продукции, прогноз технического уровня продукции. Срок прогнозирования не ограничен
5. Структурное прогнозирование	Возможности решения проблемы при сохранении функций, но изменении структуры и (или) значений параметров объекта	Построение прогнозных графов и «дерева целей»	Прогноз развития объекта в целом, формулировка сценария достижения прогнозируемой цели. Срок прогнозирования не ограничен

6. Прогнозирование по аналогии	Используется при схожести объектов прогнозирования, их целей, последствий прогноза	Применяется только для доказанной аналогии между объектами, нельзя применять для новых объектов, процессов, ситуаций, т.е. не имеющих аналогов	Может применяться для установления качественной и количественной аналогии с целью изучения опыта, результатов и т.п. Краткосрочное и среднесрочное прогнозирование
7. Комплексные системы прогнозирования (комбинированный метод)	Условия определенные для конкретных методов прогнозирования (п.п. 1-6)	Возможность рационального сочетания методов с целью повышения точности прогнозирования, снижения затрат на прогнозировании	Для всех видов прогнозирования. Срок не ограничен

Таблица 2.2

Булева матрица наличия или отсутствия связи между типовым представлением объекта и группой методов прогнозирования

№п/п	1	2	3	4	5	6
1	1	0	0	0	1	0
2	1	0	0	0	1	0
3	1	1	0	0	1	1
4	1	1	1	0	1	1
5	1	1	1	0	1	1
6	1	1	1	1	1	1

Строки этой матрицы пронумерованы от 0 до 6 и соответствуют:

- 1 - интуитивному представлению;
- 2 - предметному представлению (дескриптивные модели);
- 3 - функционально-декомпозиционному представлению;
- 4 - представлению в виде контуров обслуживания;
- 5 - агрегативно-декомпозиционному представлению;
- 6 - представлению в виде модели «параметр-поле допуска».

Столбцы этой матрицы пронумерованы в соответствии с номерами видов прогнозирования:

- 1 - экспертное;
- 2 - функционально-логическое;

- 3 - структурное;
- 4 - параметрическое;
- 5 - прогнозирование по аналогии;
- 6 - комплексные системы прогнозирования.

Прогнозист вначале исследования определяет вид методов прогнозирования, а затем в рамках этой группы отбирает наиболее подходящий, адаптирует его к особенностям объекта, при необходимости модифицирует или разрабатывает свой метод. Подбор адекватного метода позволяет обеспечить функциональную полноту, достоверность и точность прогноза, уменьшить затраты времени и ресурсов на прогнозирование.

## **2.2. Формализованные методы прогнозирования**

Формализованные (фактографические) методы прогнозирования базируются на построении прогнозов формальными средствами математической теории, которые позволяют повысить достоверность и точность прогнозов, значительно сократить сроки их выполнения, облегчить обработку информации и оценку результатов.

В состав формализованных методов прогнозирования входят: методы интерполяции и экстраполяции, метод математического моделирования, методы теории вероятностей и математической статистики.

Формализованные методы прогнозирования условно делят на две большие группы: статистические и методы аналогий.

### **2.2.1. Статистические методы прогнозирования**

Статистические методы изучены лучше всего, однако не являются единственно возможными [31]. В ряде случаев прибегают к построению сценариев развития, морфологическому анализу, историческим аналогиям. Новым подходом к прогнозированию НТП является, в частности, «симптоматическое» прогнозирование, суть которого заключается в выявлении «предвестников» будущих сдвигов в технике и технологии. Однако в практике экономики преобладающими по-прежнему являются статистические методы (что связано с наличием инерционности). Немаловажным является и то, что статистические методы опираются на аппарат анализа, развитие и практика которого имеют достаточно длительную историю.

Процесс статистического прогнозирования распадается на 2 этапа:

1) Индуктивный, заключающийся в обобщении данных, наблюдаемых за более или менее продолжительный период времени, и в представлении соответствующих статистических закономерностей в виде модели. Процесс построения модели включает: выбор формулы уравнения, описывающей динамику или взаимосвязь явлений; оценивание её параметров.

2) Дедуктивный — собственно прогноз. На этом этапе определяют ожидаемое значение прогнозируемого показателя.

Не всегда статистические методы используются в чистом виде. Часто их включают в виде важных элементов в комплексные методики, предусматривающие сочетание статистических методов с другими, например, экспертными оценками.

Статистические методы основаны на построении и анализе динамических рядов, либо данных случайной выборки. К ним относятся методы прогнозной экстраполяции, корреляционный и регрессионный анализ. В группу статистических методов можно включить метод максимального правдоподобия и ассоциативные методы — имитационное моделирование и логический анализ.

Динамику исследуемых показателей развития хозяйственной системы можно прогнозировать при помощи двух различных групп количественных методов: методов однопараметрического и многопараметрического прогнозирования. Общим для обеих групп методов является, прежде всего, то, что применяемые для параметрического прогнозирования математические функции, основываются на оценке измеряемых значений прошедшего периода (ретроспективы). Однопараметрическое прогнозирование базируется на функциональной зависимости между прогнозируемым параметром (переменной) и его прошлым значением, либо фактором времени.

$$\hat{y}_{t+1} = f(y_t, y_{t-1}, \dots, y_{t-n}). \quad (2.1)$$

При обработке таких прогнозов пользуются методом экстраполяции трендов, экспоненциальным сглаживанием или авторегрессией.

В основе многопараметрических прогнозов лежит предположение о причинной взаимосвязи между прогнозируемым параметром и несколькими другими независимыми переменными:

$$\hat{y}_{t+1} = f(x), \text{ или } \hat{y}_{t+1} = f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (2.2)$$

Однопараметрические методы следует использовать при краткосрочном (менее одного года) прогнозирования показателей, изменяющихся еженедельно или ежемесячно. Многопараметрические оправдывают себя для средне- и долгосрочного прогнозирования.

Выбор конкретного параметрического метода прогнозирования, кроме того, зависит от характера исходной статистической базы. В качестве исходных данных могут быть взяты выборочные наблюдения и динамические ряды. В первом случае в качестве инструмента прогноза применяется регрессия. Значительно чаще, чем случайная выборка, информационной базой для прогноза являются динамические ряды.

Тогда в качестве инструментов прогноза выступают тренды, авторегрессия, смешанная авторегрессия и т.п. Выбор адекватного подхода зависит от того, обнаружены ли экзогенные факторы, влияющие на значение зависимой переменной или нет, влияют ли на зависимую переменную предшествующие значения этой же переменной и т.д. В целом процесс выбора конкретного метода статистического параметрического прогнозирования показан на рис. 2.2 [25,44]. Методы экстраполяции сводятся к обработке имеющихся данных об объекте прогнозирования за прошлое время и к распространению обнаруженной в прошлом тенденции на будущее.

Математические методы экстраполирования сводятся к определению того, какие значения будет принимать та или иная переменная величина  $x_t$ , если известен ряд ее значений в прошлые моменты времени:  $x_t = x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_{n-1}) \rightarrow x(t_n)$ .

В узком смысле слова экстраполяция - это нахождение по ряду данных функции других ее значений, находящихся вне этого ряда.

В прогнозировании экстраполяция применяется при изучении временных рядов и представляет собой нахождение значений функции за пределами области ее определения с использованием информации о поведении данной функции в некоторых точках, принадлежащих области ее определения.

Различают перспективную и ретроспективную экстраполяцию.

Перспективная экстраполяция предполагает продолжение уровней ряда динамики на будущее на основе выявленной закономерности изменения уровней в изучаемом отрезке времени.

Ретроспективная экстраполяция характеризуется продолжением уровней ряда динамики в прошлое.





Рис.2.2. Схема выбора статистического метода прогнозирования

Существует также формальная и прогнозная экстраполяции. Формальная экстраполяция базируется на предположении сохранения в будущем прошлых и настоящих тенденций развития объекта. Прогнозная экстраполяция увязывает фактическое состояние исследуемого объекта с гипотезой о динамике его развития. Она предполагает необходимость учета в перспективе альтернативных изменений самого объекта, его сущности.

### 2.2.2. Структурное прогнозирование

Методы структурного прогнозирования позволяют найти решение проблемы при сохранении функций, но при изменении структуры и (или) значений параметров объекта прогнозирования за время упреждения.

Структурные методы основаны на использовании теории графов.

Графом называют фигуру, состоящую из точек, называемых вершинами, и соединяющих их отрезков, называемых ребрами. Выбор структуры графа определяется существом тех отношений между элементами системы, которые он должен выразить.

Деревом называется сводный ориентированный граф, не содержащий петель. Каждая пара его вершин соединяется ребром.

Деревом целей называется граф-дерево, выражающее отношения между вершинами, являющимися этапами или проблемами, подлежащими решению при достижении некоторой цели (рис. 2.3) [25].

Дерево целей, вершины которого ранжированы, т.е. выражены количественными оценками их важности, может быть использовано для количественной оценки приоритета различных направлений развития.

Построение дерева целей требует решения многих прогнозных задач, таких, как:

- прогноз развития объекта в целом;
- формулировка сценария достижения прогнозируемой цели;
- формулировка уровня цели;
- формулировка критерия и весов, ранжирование вершин.

Иерархическое дерево целей строится на логической основе сверху вниз, исходя из сценария, поэтапно, уровень за уровнем, так, чтобы мероприятия предыдущего уровня обеспечивали задачи последующего.

Дерево целей обычно строится на нескольких уровнях:

1. Понятийном (аспектом, параметрическом), где основная цель имеет скорее качественное, чем количественное выражение.
2. Продуктовом (предметном), где процесс достижения цели разбивается на решение задач по отдельным видам продукции.
3. Технологическом - процесс достижения цели разбивается по отдельным стадиям производственного процесса и стадиям жизненного цикла товара (товаром при этом может считаться как сама добываемая нефть, так и нефтяное месторождение).
4. Ресурсном - цели делятся по видам ресурсов, необходимых для производства.

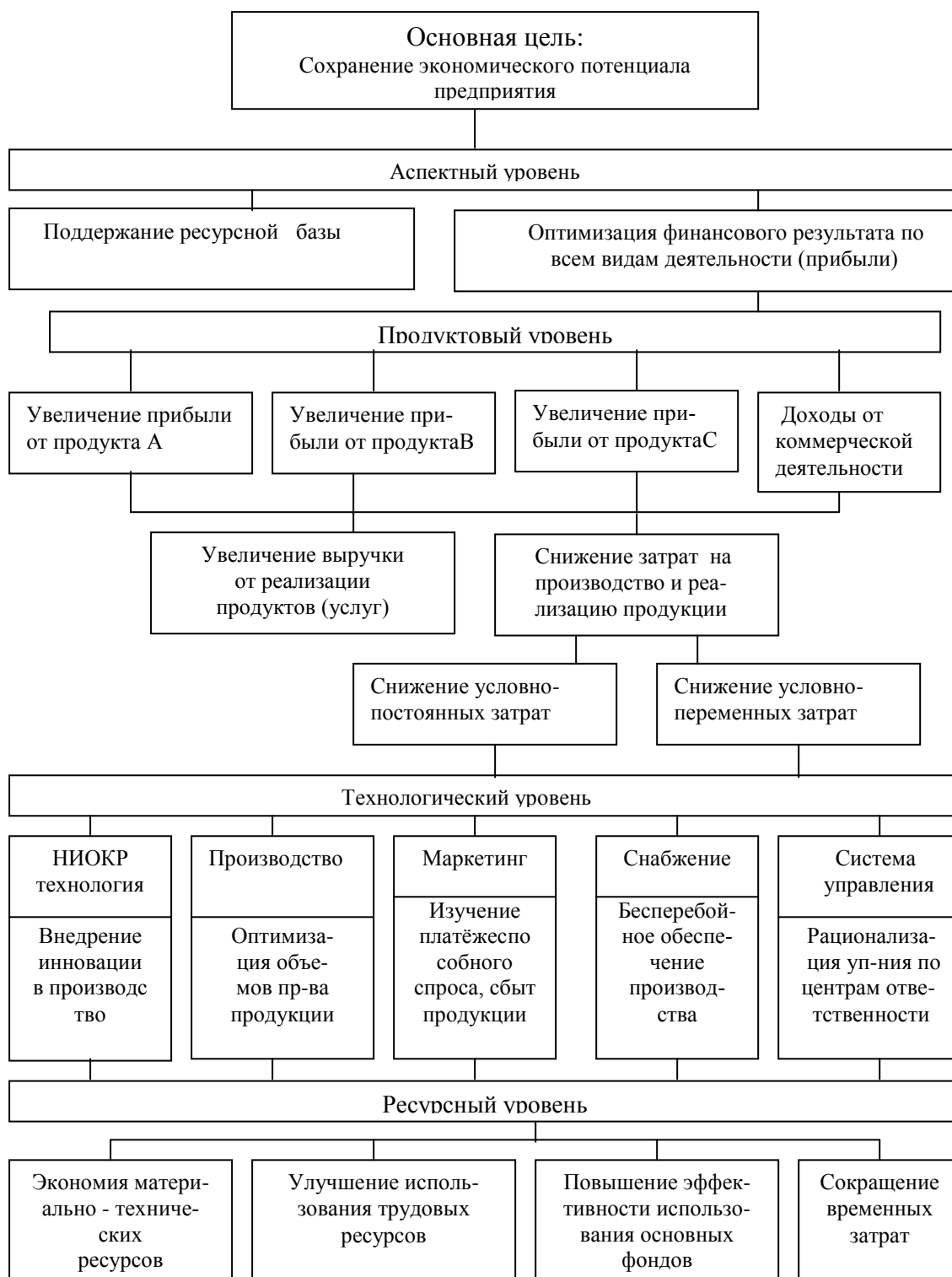


Рис. 2.3. Вариант построения дерева целей

Для каждого уровня дерева целей эксперты должны устанавливать коэффициенты относительной важности всех его этапов. Расчет коэффициента относительной важности вдоль ветви дерева цели учитывает свя-

зи элемента данного уровня с одним или несколькими элементами вышестоящего уровня и определяется как сумма произведений соответствующих коэффициентов относительной важности.

При разработке подсистем (задач), входящих в данное дерево целей, принимаются во внимание возможности частичного использования результатов одних подсистем для других, характеризуемые коэффициентами взаимной полезности. Эти коэффициенты экспертно оцениваются специалистами и выражают относительное снижение затрат времени и других ресурсов.

### 2.2.3. Прогнозирование по аналогии

Прогнозирование по аналогии - это достаточно часто применяемый тип прогнозирования. Следует иметь в виду, что прогнозирование по аналогии корректно только тогда, когда установлена, доказана аналогия между: объектами управления, типами менеджмента, реакциями внешней и внутренней среды в случае, имеющем место ранее на практике, в конкретном случае прогнозирования.

Понятие аналогии связано с понятием адекватности, при этом объект прогнозирования может рассматриваться как модель другого объекта - аналога, а цели и задачи его прогнозирования должны соответствовать таким же целям и задачам объекта аналога.

Таким образом, понятие аналога включает схожесть объектов прогнозирования, а также целей и последствий прогнозирования.

В процессе прогнозирования по аналогии должны рассматриваться следующие направления аналогии:

- объекта протезирования и объекта, выбранного в качестве аналога;
- типов и целей менеджмента;
- реакции внутренней среды на управляющие воздействия;
- реакции внешней среды на изменение состояния объекта прогнозирования.

В процессе предпрогнозного анализа возможно установление количественной и (или) качественной аналогии.

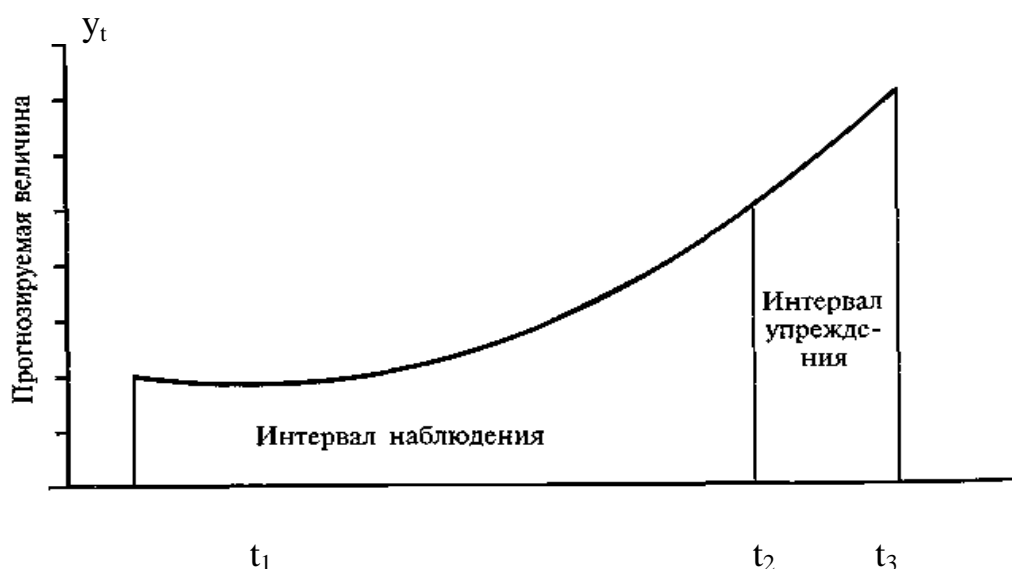
Одним из методов качественного доказательства аналогии является логика предположений [10]. Формальная логика устанавливает общие методы и схемы правильных умозаключений.

Для установления аналогии могут быть также использованы методы распознавания образов [29]. Процедура прогнозирования состоит в том, что выбираются классы состояний исследуемых объектов, заданные как

диапазоном изменения некоторых параметров, так и определенными качественными характеристиками. По совокупности признаков, определяющих состояние объектов, находится соответствие принадлежности каждого нового объекта или объекта в будущем времени к определенному классу. Это позволяет дать прогноз состояния объекта или указать диапазон изменения параметров, характеризующих его на прогнозируемый период [11].

#### 2.2.4 Прогнозирование методом экстраполяции

Метод экстраполяции заключается в нахождении значений, лежащих за пределами данного статистического ряда: по известным значениям статистического ряда находятся другие значения, лежащие за пределами этого ряда. Метод прогнозной экстраполяции является наиболее распространенными из группы математических методов. Чаще всего этот метод применяется для выполнения краткосрочного прогноза (см. рис.2.4).



$t_1$  — глубина ретроспекции;  $t_2$  — момент прогнозирования;  
 $t_3$  — прогнозный горизонт;  $t_2 - t_1$  — интервал наблюдения  
 (на базе которого исследуется история развития объекта  
 прогнозирования);  $t_3 - t_2$  — интервал упреждения (на который  
 разрабатывается прогноз).

Рис. 2.4. Прогнозирование методом экстраполяции

Временной ряд при экстраполяции представляется в виде суммы детерминированной (неслучайной) составляющей, называемой трендом, и стохастической (случайной) составляющей, отражающей случайные колебания или шумы процесса.

Чем более устойчивый характер носят прогнозируемые процессы и тенденции, тем дальше может быть отодвинут горизонт прогнозирования. Как показывает практика, интервал наблюдения должен быть в три и более раза длиннее интервала упреждения. Как правило, этот период — довольно короткий: до 1 года. Метод экстраполяции не работает при скачкообразных социальных процессах [32].

Метод экстраполяции легко реализуется на персональных компьютерах, но особенно оперативен в реализации при использовании табличного процессора MS Excel, который есть на всех современных компьютерах.

Этот метод прогнозирования имеет смысл при сравнительно краткосрочном (до 5 лет) прогнозировании и нет уверенности в том, что основная модель процесса (а следовательно, и тренд) за это время не изменятся.

При этом наиболее простым методом является экстраполяция с линейным сглаживанием. Прогнозное значение  $y$  в этом случае определяется подстановкой нужного значения времени  $t$  в уравнение тренда  $y = f(t)$ , а доверительный интервал прогноза определяется как

$$\Delta y = \pm t_{\alpha} S \sqrt{1 + \frac{1}{n}}, \quad (2.3)$$

где  $t_{\alpha}$  — табличное значение критерия Стьюдента при вероятности  $\alpha$  и  $k = n - 1$  степени свободы;

$$S = \sqrt{\frac{\sum (y - y^*)^2}{n - 1}}, \quad (2.4)$$

$n$  — число прошлых значений объекта прогноза,

$y$  — текущее значение объекта прогнозирования в прошлом;

$y^*$  — теоретическое значение объекта прогнозирования (исходя из уравнения тренда).

Ясно, что с целью несмещенности оценки уравнение тренда следует выбирать так, чтобы  $S$  было минимальным (т.е. по методу наименьших квадратов).

В том случае, если тренд целесообразно аппроксимировать монотонной произвольной кривой, целесообразно использовать преобразование масштабов осей ординат с целью "выпрямления" кривой (практически удобно преобразовывать только ось  $y$ ).

Такое преобразование выполняют последовательно согласно следующей "лестнице преобразований":

$$\begin{array}{c} y^3 \\ y^2 \\ \sqrt{y} \\ \lg y \\ -\frac{1}{\sqrt{y}} \\ -\frac{1}{y} \\ -\frac{1}{y^2} \end{array}$$

Движение в ту или иную сторону по "лестнице преобразований" определяется направлением выпуклости непреобразованной кривой тренда (куда направлена, туда и надо двигаться по "лестнице"). Критерием достижения цели является равенство тангенсов углов наклона, построенных на трех характерных точках кривой (обычно начало, конец и зона изменения угла наклона).

В результате получаем уравнение прямой линии преобразованной величины, например:

$$\sqrt{y^*} = a + bt \quad (2.5)$$

Обратное преобразование дает уравнение тренда

$$y^* = (a + bt)^2 \quad (2.6)$$

Далее нахождение доверительного интервала и прогнозного значения исследуемой величины осуществляется по вышеприведенным формулам.

В некоторых случаях первоначальному выделению тренда мешает неопределенность исходных данных (их "кучность" или "разреженность"). В этом случае возникает необходимость предварительного сглаживания. Наиболее прост метод сглаживания "по медианам троек". Его просто показать на примере.

Предположим, есть числовой ряд:

10 1 3 5 20 7 4 10 24 25 30.



Выписываем медианы троек, последовательно передвигаясь на одно число:

3 3 5 7 7 25 25 25 30 30.

Эффект сглаживания очевиден. В целях сохранения числа данных добавляем по одному числу в начале и в конце ряда. Если полное сглаживание не достигнуто, процедура повторяется.

Таким образом, прогнозную экстраполяцию можно разбить на два этапа:

1) Выбор оптимального вида функции, описывающей ретроспективный ряд данных. Выбору математической функции для описания тренда предшествует преобразование исходных данных с использованием сглаживания и аналитического выравнивания динамического ряда.

2) Расчет коэффициентов (параметров) функции, выбранной для экстраполяции. Для оценки коэффициентов модели тренда (уравнения регрессии) при экстраполяции чаще используется метод наименьших квадратов (МНК).

Сущность МНК в данном случае и состоит в отыскании коэффициентов модели тренда, минимизирующих ее отклонение от исходного временного ряда:

$$S = \sum (y_t - \hat{y})^2 \rightarrow \min, \quad (2.7)$$

где  $\hat{y}$  - расчетные (теоретические) значения тренда;  
 $y$  - фактические значения ретроспективного ряда;  
 $n$  - число наблюдений.

Подбор модели в каждом конкретном случае осуществляется по целому статистически ряду критериев (дисперсии, корреляционному отношению и др.). Кроме того, для выбора зависимости  $\hat{Y}_t = f(t)$  существует несколько подходов. Это метод последовательных разностей, метод характеристик прироста, визуальный (глазомерный) выбор формы. Расчет оценок прироста показателя, дополненный визуальным выбором взаимосвязи, уменьшает риск неправильного выбора модели для прогнозирования. В частности, могут быть рекомендованы следующие аппроксимирующие зависимости [25]:

$$\Delta Y / \Delta t = const \rightarrow \hat{y}_t = a_0 + a_1 t, \quad (2.8)$$

$$\Delta \ln y / \Delta t = const \rightarrow \hat{y}_t = a_0 t^a, \quad (2.9)$$

$$\Delta \ln y / \Delta \ln t = const \rightarrow \hat{y}_t = a_0 t^{a^l}, \quad (2.10)$$

$$\Delta Y^2 / \Delta X^2 = const \rightarrow \hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2, \quad (2.11)$$

$$\Delta (t/y) / \Delta t = const \rightarrow \hat{y}_t = t / (a_0 + a_1 t). \quad (2.12)$$

В Приложении 1 показаны графические зависимости, позволяющие осуществлять визуальный выбор формы зависимости прогнозируемого показателя от фактора времени, а в Приложении 2 - системы нормальных уравнений, применяемые для оценки параметров полиномов невысоких степеней.

Для выявления более четкой тенденции уровни, нанесенные на график, можно сгладить (элиминировать) с помощью трех приемов:

метода технического выравнивания - когда на графике визуальное (на глаз) проводится равнодействующая линия, отражающая на взгляд исследователя тенденцию развития;

метода механического сглаживания - расчет скользящих и экспоненциальных средних;

метода аналитического выравнивания - построение тренда.

Преимущество трендовой модели в более высокой степени надежности. Кроме того, она позволяет экономически интерпретировать параметры уравнения тренда и достаточно наглядно изображает тенденцию и отклонения от нее на графике.

В рыночной ситуации можно порекомендовать конкретные виды функций, наиболее пригодные для экстраполяции [33].

Спрос на ряд непродовольственных товаров может быть описан степенной функцией или экспонентой (особенно на активных этапах жизненного цикла товаров). Общие закономерности спроса отражаются кривой Гомперца. При изучении влияния фактора времени на спрос может быть использована логистическая (сигмоидальная) кривая. Процесс затухания роста спроса по мере перехода населения к группам населения с более высоким доходом отражается полулогарифмической кривой.

В развитии рынка как единого экономического пространства (как и в развитии локальных рынков) могут проявиться определенная повторяемость, цикличность, обусловленная как внутренними свойствами рынка,

так и внешними причинами. Внутригодовая цикличность носит часто сезонный характер. При изучении сезонных процессов часто применяется спектральный анализ, который позволяет прогнозировать тенденции, динамика которых содержит колебательные или гармонические составляющие [25].

Сезонные волны можно описать гармоникой ряда Фурье:

$$\hat{Y} = \alpha_0 + \sum_k (\alpha_k \cos k_t + b_k \sin k_t), \quad (2.13)$$

где  $t$  - номер гармоники ряда Фурье;

$\alpha_0$  и  $\alpha_k$ ,  $b_k$  - определяют по МНК;

$k$  - число гармоник (1,2,...).

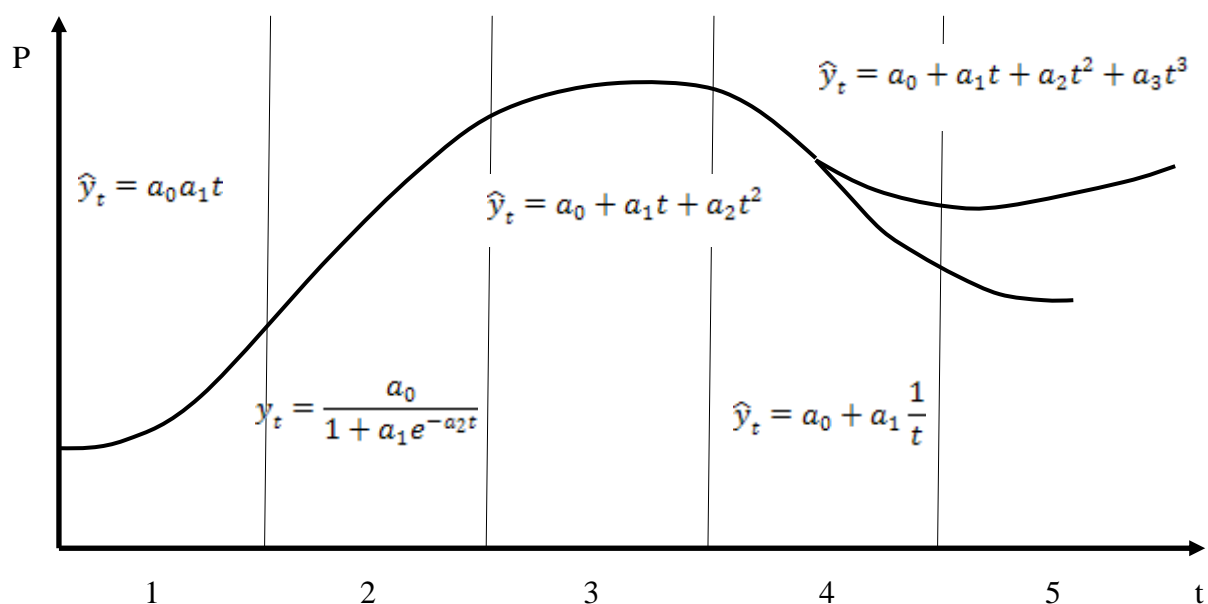
В условиях переходной экономики возрастает значимость прогнозирования жизненного цикла товара (ЖЦТ). Автором концепции ЖЦТ считается известный маркетинголог Теодор Левитт, предложивший ее в 1965г.

Суть прогноза заключается в том, чтобы определить, как надолго и насколько интенсивно будет сохраняться спрос на данный товар. Прогноз ЖЦТ - многоплановый процесс, важной составляющей которого является подбор для каждого этапа соответствующей трендовой модели, отражающей не только рост, стабилизацию или спад, но и степень ускорения или замедления этих процессов. Такой прогноз является составным элементом прогнозирования покупательного спроса и рыночной конъюнктуры [25].

Продажу товара (по стадиям жизненного цикла) можно графически смоделировать в виде следующей кривой (рис.2.5).

Математически смоделировать весь жизненный цикл товара практически невозможно, пришлось бы использовать сложную многочленную функцию, которую трудно интерпретировать. Целесообразно использовать метод линейно-кусочных агрегатов, то есть моделировать и прогнозировать каждый этап ЖЦТ с помощью трендовой и (или) многофакторной модели, отражающей закономерности каждого этапа.

Отмеченные ранее методы механического выравнивания могут также выступать в роли самостоятельных методов статистического прогнозирования.



1 - выведение товара на рынок; 2 - рост; 3 - зрелость; 4 - упадок; 5 - реанимация спроса

Рис.2.5. Моделирование тенденции продажи товара по стадиям жизненного цикла

Прогнозирование на основе адаптивных скользящих средних производится с использованием следующих формул:

$$M_i = \frac{M_{i-1} + (y_i - y_{i-m})}{m}, \quad (2.14)$$

где  $M_i$  – скользящая средняя, отнесенная к концу интервала.

$$M_i = \hat{y}_i = \frac{\sum_{i=1}^{t+p} y_i}{m}. \quad (2.15)$$

Первый член уравнения (2.14) –  $M_{i-1}$  несет «груз прошлого» - инерцию развития, а второй адаптирует среднюю к новым условиям. Таким образом, средняя как бы обновляется, «впитывая» информацию о фактически реализуемом процессе (степень обновления определяется весом  $1/t$ ).

Влияние прошлых наблюдений должно затухать по мере удаления от момента, для которого определяется средняя. Для этой цели используют экспоненциальное сглаживание, применяемое в краткосрочном прогнозировании (идея Н.Винера):

$$Q_t = \alpha \cdot y_t + (1+\alpha) \cdot Q_{t-1}, \quad (2.16)$$

где  $Q_t$  - экспоненциальная средняя на момент  $t$  ;

$\alpha$  - коэффициент, характеризующий вес текущего наблюдения (параметр сглаживания).

При расчете по формуле (2.16) необходимо выбрать  $Q_{t-1}$ . Часто  $Q_{t-1}$  принимают равным  $y_t$ .

Применение метода успешно, когда ряд имеет достаточно большое число уровней. Чем меньше  $\alpha$ , тем больше роль «фильтра», поглощающего колебания  $0 < \alpha < 1$ . Практический диапазон  $\alpha$  ограничивается величинами 0,1- 0,3. Хорошие результаты дает  $\alpha = 0,1$ . При выборе  $\alpha$  следует иметь в виду, что для повышения скорости реакции на изменение процесса развития необходимо повысить  $\alpha$ , однако это уменьшает «фильтрационные» возможности средней.

Специфика экономических процессов состоит в том, что они обладают взаимосвязью и инерционностью (см. п. 1.4). Последнее означает, что значение фактического показателя в момент времени зависит определенным образом от состояния этого показателя в предыдущих периодах, т.е. значения прогнозируемого показателя должны рассматриваться как факторные признаки. Уравнение авторегрессионной зависимости в общем имеет вид:

$$\hat{y}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot y_{t-1} + \alpha_2 \cdot y_{t-2} + \dots + \alpha_k \cdot y_{t-k}, \quad (2.17)$$

где  $\hat{y}_t$  – прогнозируемые значения показателя в момент времени  $t$  ;

$y_{t-1}$  – значения показателя  $y$  в момент времени  $(t-1)$  ;

$\alpha_i$  –  $i$ -тый коэффициент регрессии.

Часто прогнозируемый показатель зависит не только от предшествующих состояний, но и от других факторов  $x$ , тогда говорят о смешанной авторегрессии:

$$\begin{aligned} \hat{y}_t &= \alpha_1 \cdot y_{t-1} + \alpha_2 \cdot y_{t-2} + \dots + \alpha_k \cdot y_{t-k} + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_m \cdot x_m = \\ &= \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot y_{t-i} + \sum_{j=1}^m b_j \cdot x_j. \end{aligned} \quad (2.18)$$

Значения коэффициентов  $\alpha_i$  и  $b_j$  находят по методу МНК.

Все приведенные выше модели позволяют получить точечные оценки. Для определения наиболее вероятных интервалов варьирования прогнозных показателей необходимо найти доверительные оценки.

В общем виде расчет доверительного интервала может быть представлен следующим образом:

$$\hat{y}_{t+\alpha} \pm t_{\alpha} S_{\hat{y}}, \quad (2.19)$$

где  $\hat{y}_{t+\alpha}$  - точечный прогноз;

$S_{\hat{y}}$  - средняя квадратическая ошибка прогноза;

$t_{\alpha}$  - параметр Стьюдента;

$\alpha$  - период упреждения прогноза.

В общем виде для полиномов различных степеней:

$$S_{\hat{y}_{t+\alpha}} = S_y \sqrt{T_{\alpha}' (T' T)^{-1} T_{\alpha}}, \quad (2.20)$$

где  $(T' \cdot T)$  - матрица системы нормальных уравнений;

$S_y$  - среднее квадратическое отклонение фактических значений от расчётных.

В частности, для линейного тренда:

$$S_{\hat{y}} = S_y \sqrt{1 + 1/n + (t_{\alpha} - t)^2 : \sum (t')^2}, \quad (2.21)$$

где  $t_{\alpha}$  - заданное на период упреждения значение переменной  $t$ ,

$t$  - среднее значение  $t$ , т.е. значение порядкового номера уровня, стоящего в середине ряда;

$\sum (t')^2$  - сумма квадратов отклонений значений независимой переменной от их средней.

Важно иметь в виду, что экстраполяция в рядах динамики носит приближенный и условный характер. Поэтому применение методов экстраполяции не должно становиться самоцелью, а при разработке социально-экономических прогнозов должна привлекаться дополнительная информация, на основе которой в полученные методом экстраполяции количественные оценки вносятся соответствующие коррективы.

### 2.3. Экономико - математическое моделирование

Экономико-математическое моделирование как метод прогнозирования представляет собой математическое описание экономического процесса или объекта, произведенное в целях исследования и управления. В самой общей форме математическая модель - условный образ объекта исследования, сконструированная для упрощения этого исследования. При построении модели предполагается, что ее непосредственное изучение дает новые знания о моделируемом объекте.

Методы моделирования — наиболее сложный метод прогнозирования, состоящий из разнообразных подходов к прогнозированию сложных систем, процессов и явлений. Эти методы могут пересекаться и с экспертными методами. Метод моделирования основан на возможности установления определенного соответствия между знанием об объекте познания и самим объектом.

Человеческие знания об объекте представляют собой более или менее адекватное его отображение, а материализованная форма знания является моделью объекта. Таким образом, методом моделирования называется способ исследования, при котором изучаются не сами объекты, а их модели и результаты такого исследования переносятся с модели на объект.

Применение математических методов обеспечивает высокую степень обоснованности, действенности и своевременности прогнозов. В прогностике используют различные виды моделей: оптимизационные, статические, динамические, факторные, структурные, комбинированные и др. В зависимости от уровня агрегирования один и тот же тип моделей может быть применен к различным экономическим объектам, т.е. могут быть макроэкономические, межотраслевые, межрегиональные, отраслевые, региональные и другие модели [25].

Моделирование является - одним из важнейших и эффективных способов прогнозирования социально-экономических явлений, инструментом научного познания исследуемого процесса. Поэтому вопрос об адекватности модели объекту (т.е. о качестве отображения) необходимо решать исходя из определенной цели прогноза.

Содержанием процесса моделирования являются: конструирование модели на основе предварительного изучения объекта или процесса, выделение его существенных характеристик; теоретический и экспериментальный анализ модели; сопоставление результатов моделирования

с фактическими данными об объекте или процессе; корректировка и уточнение модели.

В процессе экспериментирования могут быть установлены такие связи, отношения или свойства элементов модели, которым не соответствует ни одна связь, отношение или свойство элементов объекта. В этом случае либо построенная модель не адекватна сущности изучаемого явления, либо построенная модель адекватна сущности изучаемого явления, но свойства и отношения элементов прогнозируемого явления описаны не полно.

В прогнозировании социально-экономических процессов средством изучения закономерностей развития социально-экономических процессов является экономико-математическая модель (ЭММ), т.е. формализованная система, описывающая основные взаимосвязи ее элементов.

ЭММ является основным средством модельного исследования экономики. Во всех случаях необходимо, чтобы модель содержала достаточно детальное описание объекта, позволяющее, в частности, осуществлять измерение экономических величин и их взаимосвязей, чтобы были выделены факторы, воздействующие на исследуемые показатели.

Примером экономико-математической модели является формула, по которой определяется потребность в материалах, исходя из норм расхода. Модель может быть сформулирована тремя способами: в результате прямого наблюдения и изучения некоторых явлений действительности (феноменологический способ), вычленения из более общей модели (дедуктивный способ), обобщения более частных моделей (индуктивный способ). Один и тот же объект может быть описан различными моделями в зависимости от исследовательской или практической потребности, возможностей математического аппарата и т.п. Поэтому всегда необходима оценка модели и области, в которой выводы из ее изучения могут быть достоверны [25].

Модели, в которых описывается моментное состояние экономики, называются статическими, а модели описывающие развитие объекта моделирования, - динамическими. Модели могут строиться в виде формул - аналитическое представление модели; в виде числовых примеров - численное представление; в форме таблиц - матричное представление; в форме графов - сетевое представление модели. Соответственно различают модели числовые, аналитические, матричные, сетевые.



Методы экономико-математического моделирования применяются преимущественно в среднесрочном, а также в долгосрочном прогнозировании.

В данной группе методов можно выделить корреляционно-регрессионное моделирование, которое используется для объектов, имеющих сложную многофакторную природу (объем инвестиций, затраты, прибыль, объемы продаж и т.п.). Для осуществления регрессионного моделирования необходимо [34]:

- наличие ежегодных данных по исследуемым показателям;
- наличие одноразовых прогнозов, то есть таких, которые не корректируются с поступлением новых данных.

Наиболее разработанной в теории прогнозирования является методология так называемой парной корреляции, рассматривающей влияние факторного признака  $x$  на результативный  $y$ .

Методы оценки параметров уравнения регрессии аналогичны приемам при экстраполяции (т.к. фактор времени можно рассматривать как частный случай параметра  $x$ ). На практике же гораздо чаще приходится исследовать зависимость результативного признака от нескольких факторов. В этом случае статистическая модель является многофакторной. Например, линейная регрессия с  $m$  независимыми переменными имеет вид:

$$\hat{y}_i = \alpha_0 \cdot x_0 + \alpha_1 \cdot x_1 + \alpha_2 \cdot x_2 + \dots + \alpha_m \cdot x_m. \quad (2.22)$$

Отбор факторов для построения многофакторных моделей производится на основе качественного и количественного анализа социально-экономических явлений с использованием статистических и математических критериев.

Общепринятым является трехстадийный отбор факторов:

1. На первой стадии осуществляется априорный анализ, и на факторы, включаемые в состав модели, не накладываются ограничения.
2. На второй стадии производится оценка и отсев части факторов. Это достигается путем анализа парных коэффициентов корреляции и оценкой их значимости. Для этого составляется матрица парных коэффициентов корреляции [34].
3. На заключительной стадии производят окончательный отбор факторов путем анализа значимости вектора оценок параметров различных вариантов уравнений множественной регрессии с использованием критерия Стьюдента:

$$t_{расч} > t_a, \quad (2.23)$$

где  $t = f(k, \alpha)$ ,

$k$  - число степеней свободы,

$\alpha$  - уровень значимости.

В процессе анализа решается проблема мультиколлинеарности, которая заключается в том, что между факторными признаками может существовать значительная линейная связь, что приводит к росту ошибок оценок параметров регрессии.

Приемы построения регрессионных и авторегрессионных моделей достаточно хорошо описаны в экономико-статистической литературе [15,26,29,34,43,44 и др.] и не являются предметом описания настоящего учебного пособия. Наличие прогрессивных информационных технологий позволяет достаточно оперативно рассчитывать параметры этих моделей. Во внутрипроизводственном прогнозировании используются:

модели внутренней среды фирмы, так называемые корпоративные модели;

макроэкономические модели, к которым относят эконометрические модели «затраты - выпуск» [2].

Корпоративные модели обычно представляют набор формул (уравнений), которые отражают отношение ряда переменных к определенному объекту, например к объему продаж.

Большая часть математических моделей имеет форму компьютерных программ, которые позволяют придать моделям динамический характер.

К недостаткам применения методов экономико-математического моделирования в рамках прогнозирования можно отнести:

необходимость серьезных затрат на организацию прогнозирования;  
невозможность охватить в моделях все наиболее существенные тенденции развития;

высокая вероятность внезапных изменений, разрушительных событий, существенно снижающих полезный эффект модели.

Следует иметь в виду, что в условиях переходной экономики происходят кардинальные изменения в организационно-производственных системах и структурах (спроса, потребностей, цен и т.п.), а следовательно, достаточно проблематично сделать вывод о том, можно ли доверять результатам математического параметрического прогнозирования, так как

эти методы целесообразно применять тогда, когда за время упреждения не изменяются ни функции, ни структура объекта прогнозирования. В этой ситуации параметрические методы могут применяться:

при краткосрочном прогнозировании, когда вероятность структурных изменений невелика;

при условии соответствия исходных статистических данных требованиям, предъявляемым математическим методам;

при дополнительной верификации результата прогноза другим методом.

## **2.4. Экспертные методы прогнозирования**

В случае чрезвычайной сложности системы (объекта прогнозирования), его новизны, неопределенности формирования некоторых существенных признаков, недостаточной полноты информации и невозможности полной математической формализации процесса решения поставленной задачи приходится обращаться к рекомендациям компетентных специалистов, прекрасно знающим проблему экспертам.

Сущность метода экспертных оценок заключается в проведении экспертами

интуитивно-логического анализа проблемы с количественной оценкой суждений и формальной обработкой результатов. При этом обобщенное мнение экспертов принимается как решение проблемы.

Метод экспертных оценок включает три составляющие:

интуитивно-логический анализ задачи или ее фрагмента;

решение и выдачу количественной или качественной характеристики (оценка, результат решения);

обработку результатов решения - полученных от экспертов оценок.

Интуитивно-логический анализ строится на логическом мышлении и интуиции экспертов и базируется на их знаниях и опыте. Каждый из экспертов не только моделирует, но и производит сравнительный анализ альтернатив решения, их количественные измерения. Часто этот процесс осуществляется в условиях недостаточности и недостоверности данных об исследуемом объекте, условиях, в которых он функционирует и развивается. Принятие экспертом решения по рассматриваемой проблеме и оценка ожидаемого результата - завершающая часть индивидуальной работы эксперта.

Полученные от эксперта решения используются для обобщения и формирования результирующего показателя - итоговой оценки явления, проблемы. Это очень трудоемкий процесс, поскольку в зависимости от

поставленной цели (определение согласованности мнений экспертов, построение обобщенной оценки объекта, явления, процесса на основе индивидуальных оценок экспертов и др.) изменяется количество выполненных расчетных и логических процедур, набор учитываемых показателей. Поэтому для оперативности получения результата и минимизации ошибок целесообразно использовать ЭВМ. Несмотря на то, что это требует формализации процессов обработки экспертной информации (для алгоритмизации и программирования), выигрыш столь существенен, что данный путь вполне оправдан.

Методами экспертных оценок решается целый ряд задач планирования и прогнозирования. Основными из них являются:

- распределение различных видов ресурсов с установлением приоритетности;

- формирование целей и задач планирования по уровням управления и их ранжирование по важности;

- определение возможных вариантов решения задач с оценкой предпочтительности каждого из вариантов;

- оценка степени влияния на объект различных факторов;

- определение перспективных направлений развития производственной системы, организационно-функциональной структуры;

- оценка деятельности предприятий или подразделений (когда оценка производится по множеству показателей, большинство из которых - качественные);

- определение очередности выполнения работ;

- оценка качества выпускаемой продукции;

- научно-техническое и экономическое прогнозирование;

- формирование тематики НИОКР;

- выбор вариантов технического и социально-экономического развития предприятия;

- определение перспективных направлений развития производственных систем, организационно-функциональных структур;

- прочие задачи.

Экспертные оценки бывают индивидуальные и коллективные.

#### 2.4.1. Индивидуальные экспертные оценки

Методы индивидуальных экспертных оценок включают в себя: метод анкетирования и интервьюирования, аналитический метод, метод написания сценария и др.

Метод анкетирования заключается в предъявлении экспертам опросных листов анкет, на которые они должны дать ответы в письменной форме.

Все вопросы анкет можно классифицировать по содержанию и по форме. По содержанию вопросы делятся на три группы:

- объективные данные об эксперте;
- основные вопросы по сути, анализируемой проблемы;
- дополнительные вопросы, позволяющие выявить источники информации и аргументации эксперта, самооценку компетентности эксперта.

По форме основные вопросы делятся на открытые, или свободные, закрытые и с «веером» ответов, а также на прямые и косвенные. Закрытый вопрос задается в форме, предполагающей лишь три возможных ответа – «да», «нет», «не знаю». Вопрос с «веером» ответов предоставляет эксперту возможность выбора одного из предлагаемых ответов, например, срока реализации определенной научно-технической идеи из ряда перечисленных сроков. К этой же форме относятся вопросы-задания на ранжирование заданных объектов, на оценку их весов, значимости в баллах на оценку вероятности некоторого события.

Кроме рассмотренных трех форм вопросов, можно ввести еще одну форму, промежуточную между открытыми вопросами и вопросами с «веером» ответов. Это вопрос-задание на проведение морфологического анализа, на построение дерева целей, альтернатив.

При задании вопроса в такой форме эксперту может быть предоставлено право дать две или три оценки одного объекта – минимальную, среднюю, максимальную (или оптимистическую, среднюю, пессимистическую).

При задании вопросов в любой форме эксперт должен быть поставлен в известность, что он вправе выдвинуть новые вопросы и дать на них ответы, а также назвать экспертов, не включенных в число опрашиваемых, которые способны дать ответы на вопросы анкеты или вопросы, выдвинутые им самим. Кроме того, эксперт должен изложить свои замечания и советы по форме и содержанию анкет.

Интервьюированием является устный вопрос эксперта членом группы управления интервьюером.

«Интервью» предполагает беседу организатора прогнозной деятельности с прогнозистом - экспертом, которая включает вопросы о будущем состоянии системы и ее среды.

Метод аналитических докладных записок означает самостоятельную работу эксперта над анализом деловой ситуации и возможных путей ее развития.

### 2.4.2. Коллективные экспертные оценки

Коллективные экспертные оценки (метод «комиссий», метод «мозгового штурма», метод «Дельфи» и др.) включают:

- подготовку и сбор индивидуальных экспертных оценок;
- статистические методы обработки полученных материалов.

Метод «комиссий» может означать организацию «круглого стола» и других подобных мероприятий, где происходит согласование мнений экспертов.

Для метода «мозгового штурма (атаки)» характерна коллективная генерация идей и творческое решение проблем. Мозговая атака представляет собой свободный, неструктурированный процесс генерирования любых идей (включая самые невероятные) по избранной теме, которые спонтанно высказываются участниками встречи [9,13,21].

Метод «мозгового штурма» имеет большую известность и практическое распространение. Использование его показало бесспорную эффективность в творческом решении многих сложных исследовательских и не только исследовательских проблем. Поэтому в прогнозировании метод «мозгового штурма» имеет особое значение. С его помощью можно достигнуть таких результатов, которые оказываются невозможными при использовании традиционных методов анализа.

Метод «мозгового штурма» построен на специфическом сочетании методологии и организации исследования, раздельного использования усилий исследователей-фантазеров с исследователями аналитиками, системщиками, скептиками, практиками.

Основной целью «мозгового штурма» является поиск как можно более широкого спектра идей и решений исследуемой проблемы, выход за границы тех представлений, которые существуют у специалистов узкого профиля либо у людей с богатым прошлым опытом и определенным служебным положением.

Сущность метода состоит в разделении решения двух задач:

- генерирование новых идей;
- анализ и оценка предложенных идей.

Поэтому «мозговой шторм» проводится в два этапа [21]: этап генерации идей и этап практического анализа выдвинутых идей (см. рис.2.6).

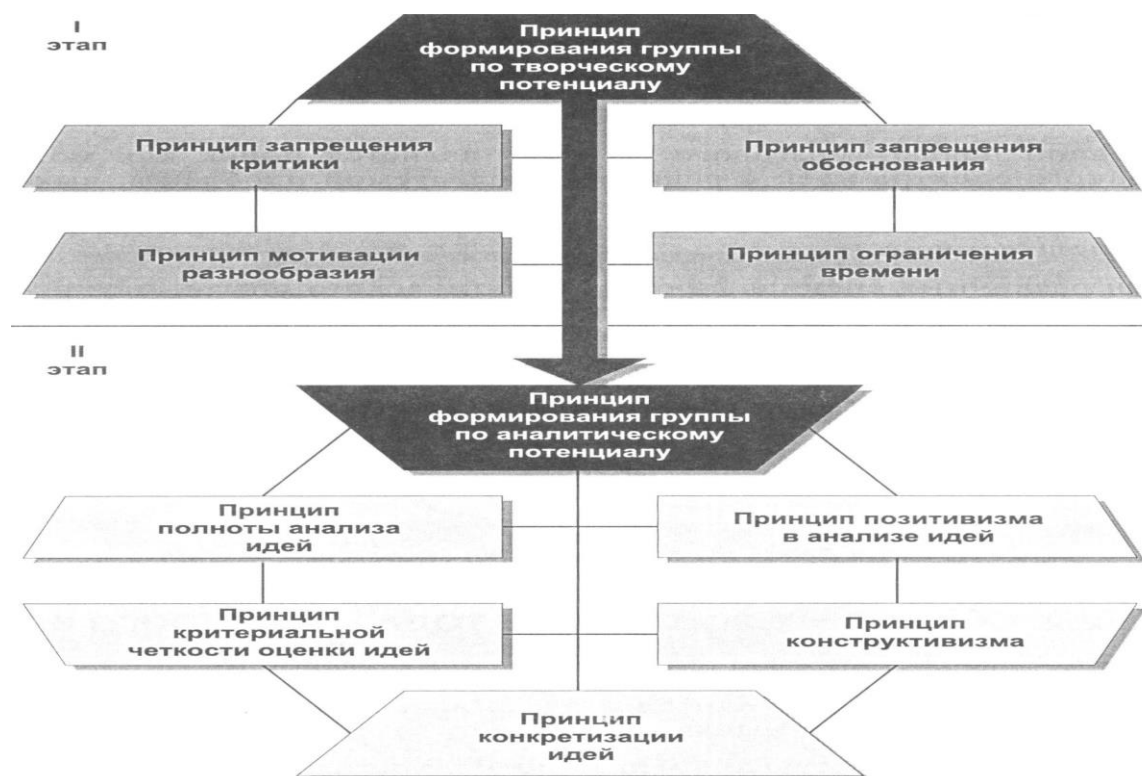


Рис. 2.6. Принципы «мозгового шторма»

Первый этап (генерации идей) предполагает следующие принципы:

1. Принцип формирования группы по способностям к научно-му воображению и развитой интуиции, антидогматическому мышлению, интеллектуальной раскованности, разнообразию знаний и научных интересов, позитивному скептицизму.

2. Отбор группы для генерации идей можно делать по результатам специального тестирования, которое позволит выявить и учесть критерии этого принципа. Кроме того, можно и весьма полезно учитывать другие социально-психологические характеристики человека, такие как увлеченность, коммуникабельность, независимость. Группа генераторов идей может состоять из 4-15 человек, но может быть и больше.

3. Все это нужно для того, чтобы создать в работе этой группы атмосферу непринужденности, творчества, взаимоприемлемости.

4. Принцип строго запрещения всякой критики. Она может ограничить полет фантазии, создавать опасения в высказывании идей, ухудшать социально-психологическую атмосферу, заставлять анализировать идеи, сковывать мышление, переключать внимание и концентрировать его на какой-либо одной идее и тем самым уменьшать их количество и разнообразие. Ведь главной задачей первого этапа «мозгового штурма» является поиск как можно большего количества различных вариантов решения проблемы, путей достижения цели, идей и мыслей. И вся работа группы должна быть направлена только на поиск идей, а не на их критику, объяснение, обоснование. Поэтому следует сформулировать и еще один принцип.

5. Принцип запрещения обоснования выдвигаемых идей. Надо исключить эту естественную потребность человеческого общения. Можно предлагать лишь дополнительные идеи, отличные от высказанной. Нельзя «присоединяться к мнению» или «расшифровывать» свои или чужие идеи.

6. Принцип мотивации разнообразных идей, снятия ограничений по области знаний, богатству опыта, должностному статусу, возрасту, социальному положению. Можно высказывать абсолютно нереальные и фантастические идеи, более того, именно это и надо мотивировать в работе группы.

7. Такая мотивация определяется подбором группы и организацией ее работы. В группу могут входить специалисты в различных областях знаний, разного опыта и научно-практического статуса. Разнообразие участников работы способствует генерации идей.

8. Принцип регламента времени на выдвижение идей. Желательно, чтобы идеи выдвигались на основе озарения, эврики, поэтому для выдвижения идей устанавливается ограничение времени на раздумья, чтобы исключить возможность «зацикливания» в противоречиях, опасениях, снять неуверенность, психологические комплексы.

На втором этапе «мозгового штурма» (этапе анализа) также действует ряд принципов, отражающих назначение и суть этого этапа.

1. Принцип полноты анализа идей и их обобщения. Ни одна высказанная идея, как бы скептически она ни оценивалась первоначально, не должна исключаться из практического анализа. Все представленные идеи должны быть классифицированы и обобщены. Это



помогает освободить их от возможных эмоциональных моментов, внешних отвлекающих факторов. Именно аналитическое обобщение идей иногда дает очень удачные результаты.

2. Принцип аналитического потенциала. Группа должна состоять из аналитиков, хорошо понимающих суть проблемы, цели и сферу исследования. Это должны быть люди, обладающие чувством повышенной ответственности, терпимостью к чужим идеям, четким логическим мышлением.

3. Принцип критериальной четкости в оценке и анализе идей. Для обеспечения объективности оценки и анализа идей должны быть сформулированы предельно четкие критерии, которыми должны руководствоваться все члены аналитической группы. Основными из них должны быть: соответствие цели исследования, рациональность, реальность, обеспеченность ресурсами, в том числе — а иногда и главным образом — ресурсом времени.

4. Принцип дополнительной разработки идеи и ее конкретизации. Многие первоначально высказанные идеи нуждаются в своем уточнении, конкретизации, дополнении. Они могут быть проанализированы, приняты либо исключены из анализа только после соответствующей доработки.

5. Принцип позитивизма в анализе идей. Можно проводить анализ на основе различных подходов: негативизма и позитивизма. Первый проводится по установке на критические оценки, скептицизм, жесткость практических критериев. Второй - по поиску рационального, позитивного, конструктивного в любых их проявлениях.

6. Принцип конструктивизма, предполагающий ориентировать идеи на построение концепции, реальность, программу действий, осуществлять увязку идей.

В практическом использовании метода «мозгового штурма» большое значение имеет личность и деятельность ведущего. Ведь работа и первой, и второй групп должна быть соответствующим образом организована и регулироваться в процессе ее проведения. Эту роль выполняет ведущий. Возможны различные варианты: ведущий может быть для первой и второй групп один и тот же или можно дифференцировать ведущих. Но и в том, и в другом случае ведущим должен быть человек, обладающий большой творческой активностью, доброжелательностью, глубоким пониманием решаемой проблемы, способностью организовывать и поддерживать интеллектуальный процесс.

Целесообразность использования метода «мозгового штурма» определяется оценкой сложности и оригинальности исследовательской проблемы и наличием специалистов, способных эффективно участвовать в процессах «мозгового штурма». Чаще всего это люди, подобранные по специальным тестам и прошедшие необходимое обучение.

Метод «мозгового штурма (атаки)» целесообразно использовать в критических ситуациях дефицита творческих решений, новых идей, свежих концепций в качестве одного из этапов системы поиска путей решения поставленной проблемы [13].

#### 2.4.3. Метод «Дельфи»

Метод «Дельфи» был разработан известным экспертом из исследовательской корпорации «РЭНД» Олафом Хельмером.

Суть метода - проведение анкетных опросов специалистов в выбранной области знаний. Основными особенностями этого метода являются:

- полный отказ от личных контактов экспертов и коллективных обсуждений;

- многоуровневая процедура опроса экспертов;

- обеспечение экспертов информацией, включая и обмен информацией между ними после каждого тура опроса, при сохранении анонимности оценок, аргументации и критики;

- обоснование ответов экспертов по запросу организаторов.

Обычно после первого тура опроса наблюдается значительный разброс мнений. Поэтому процедура осуществления метода «Дельфи» предполагает проведение 3-4 опросов, в преддверии которых каждого из экспертов знакомят с итогами предыдущих туров для того, чтобы эксперт мог получить предварительную информацию о предмете опроса.

Чаще всего после третьего или четвертого тура опроса ответы экспертов перестают изменяться; что и является сигналом к прекращению опросов.

Организация экспертизы по методу «Дельфи» включает следующие этапы [13]:

- предварительную ориентировку экспертов, включающую формулирование проблемы и инструктаж экспертов;

- формулирование вопросов экспертам в виде, требующем четких количественных и качественных оценок;

разработку способов и порядка информационного обеспечения экспертов, включая обмен аргументацией;

разработку алгоритмов и порядка промежуточной и окончательной обработки результатов.

Метод «Дельфи» обладает определенными недостатками: большими затратами времени на многотуровую экспертизу, полным исключением прямого столкновения мнений экспертов, необходимостью неоднократного пересмотра оценок.

Отмеченные недостатки могут быть устранены путем создания автоматизированной системы сбора и обработки мнений экспертов и их информационного обеспечения на основе ЭВМ, а также использованием различных модификаций метода «Дельфи».

#### 2.4.4. Метод построения сценариев

Особое место среди экспертных оценок занимает построение сценариев, так как помимо традиционной экспертизы этот метод включает целый ряд параметрических подходов и тяготеет к комбинированным методам.

Впервые термин «сценарий» был употреблен футурологом Х.Каном в 1960 г. при разработке картин будущего, необходимых для решения военных стратегических вопросов.

Сценарий — это описание (гипотетическая картина) будущего, составленное с учетом наиболее правдоподобных предположений.

Сценарии разрабатываются для определения рамок будущего развития технологии, рыночных сегментов, стран, регионов, отдельных фирм и т.д. Экономические организации со сложной структурой и разноплановой деятельностью в меньшей степени поддаются прогнозированию в рамках сценария.

Для прогнозируемой ситуации характерно существование определенного количества вероятных вариантов развития системы [25] (см. рис.2.7) . Поэтому прогноз включает в себя несколько сценариев («трубку сценариев»). В большинстве случаев это три сценария: оптимистический, пессимистический и средний - реалистичный (наиболее вероятный).

При построении сценариев принято отвечать на три основных вопроса [25,42]:

каковы тенденции развития системы в различных условиях и какими факторами они определяются?

с какими проблемными ситуациями и «узкими» местами может встретиться развитие системы в будущем и как это повлияет на прогнозирование состояния системы?

какие управленческие решения и в какой степени влияют на траекторию будущего развития прогнозируемой системы, каковы последствия различных альтернатив рассматриваемого решения?

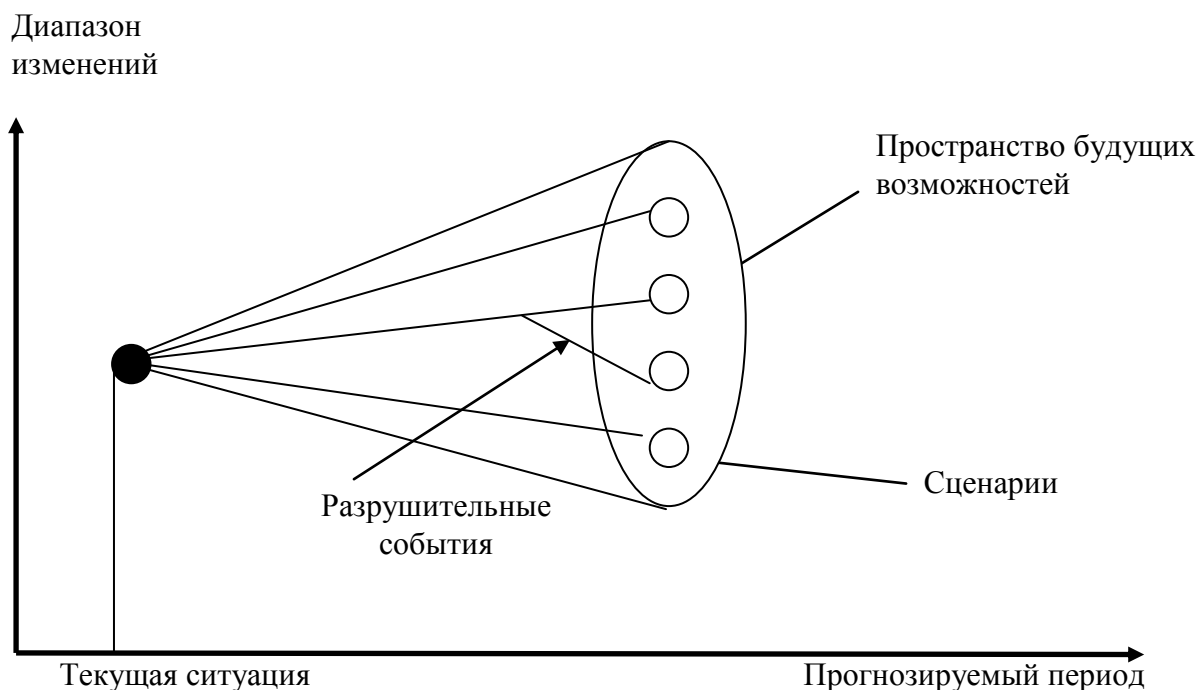


Рис. 2.7. Модель сценариев

Конкретная формулировка поставленных вопросов определяет целевую установку исследования.

Вся совокупность причин, определяющих функционирование и развитие исследуемого объекта, называется факторами:

внутренние (эндогенные) факторы обусловлены закономерностями развития отдельных элементов и системы как целого, возникают в результате саморазвития системы;

внешние (экзогенные) факторы определяются взаимодействием системы между собой и внешней средой, то есть с более широкой системой, в которую прогнозируемая система входит как один из элементов.

Влияние внешней среды называют прогнозным фоном, а параметры, описывающие влияние фоновых факторов, - фоновыми переменными.

Факторы, с помощью которых осуществляется целенаправленное воздействие на систему в целом и ее элементы, называются управляющими параметрами.

Факторы, значение которых объективно непредсказуемо и составляет систему предположений об условиях будущего развития хозяйственной системы, называются сценарными параметрами.

При построении сценариев следует учитывать воздействие двух основных групп ограничений:

1 группа - это ограничения, накладываемые законами природы (например, по ресурсам). Такие ограничения являются естественными, и носят постоянный характер;

2 группа связана с процессами жизнедеятельности систем (особенно социальных). Их называют ограничениями по состоянию системы, в реальных системах такие ограничения принимают форму нормативных ограничений, которые закрепляются в законодательном порядке и с помощью их обеспечивается динамическое равновесие системы.

Нормативные ограничения меняются с развитием системы, и одной из наиболее сложных задач прогнозирования является предсказание этих изменений.

Одним из приемов разрешения неопределенности, связанной с неточным определением границ состояния прогнозируемой системы, является введение индикаторов состояния.

Индикатор - это критический к предельным состояниям системы параметр, который измеряется количественно. В качестве индикаторов обычно выбираются объективно измеряемые параметры системы с известными предельными значениями, выход за пределы которых вызывает неустойчивость системы и возможность ее перехода в другое качественное состояние или ведет к гибели. Например, цена на товар - индикатор состояния рынка; темпы инвестиций - показатель экономической активности.

Важной и сложной проблемой является выбор методов варьирования значений сценарных параметров. Одним из таких методов является гарантированный прогноз. Процедура гарантируемого прогноза включает следующие шаги:

1) задаются максимально возможные значения параметров, характеризующих факторы, положительно влияющие на развитие исследуемой системы, и минимальные значения тех факторов, которые препятствуют ее развитию. Таким образом, выбирается «идеальное», то есть наилучшее состояние системы;

- 2) для определения нижнего предела поступают наоборот;
- 3) получают «трубку сценариев» развития системы, которая подвергается дальнейшему анализу.

Процесс построения сценариев можно разбить на два больших этапа:

предсценарный - для содержательного и формального исследования и описания прогнозируемых процессов, построения моделей системы и подготовки всей необходимой информации для синтеза сценариев;

сценарный этап - как конечный результат прогнозирования, когда проводятся расчеты по всем базовым сценариям и даются рекомендации по результатам прогнозирования с подробным описанием последствий реализаций каждой из предложенных альтернатив.

На предсценарном этапе формулируется исходная гипотеза о целенаправленном развитии рассматриваемой системы, которая оформляется в виде рабочего документа, содержание которого максимально структурировано и отвечает принципам системного описания объекта прогнозирования. На данном этапе определяется объект и предмет прогнозирования.

Системное описание объекта начинается с его декомпозиции на элементы, и строится первая матричная схема целостной системы. Далее отбираются и фиксируются факторы, определяющие эволюцию системы, т.е. возможности перехода из одного состояния в другие. По результатам этой работы строится матрица «Состояния - факторы» (рис. 2.8) [25].

За каждым фактором или группой факторов стоит конкретный объект или явление, которые являются или элементами рассматриваемой системы, или элементами более высокого порядка (внешней среды). Это означает, что каждому содержанию матрицы «Состояния-факторы» соответствует определенная декомпозиция прогнозируемой системы.

После формирования матрицы выбирается минимальное число параметров, характеризующих состояние системы относительно целей прогнозирования. Параметры могут быть как количественными, так и качественными. Качественные параметры можно представить шкалой качественных значений (баллов). Если число параметров велико, то из них выбирают индикаторы, доминирующие показатели, по которым судят о состоянии системы.

После построения матрицы «Состояния - факторы» переходят к этапу ее анализа и уточнения. Все факторы ранжируются по степени влияния на состояние прогнозируемого объекта, для чего может быть исполь-

зована шкала оценок от 0 до 5 (0 - отсутствие влияния, 5 - наибольшее влияние).

Состояния		Внешние факторы				Внутренние факторы									
		Экономические		Политические											
		Факторы													
		Параметры													
А															
Б															

Рис. 2.8. Матрица «Состояния-факторы»

В матрице оставляют только «главные факторы» (не менее 3-х по принятой шкале), а остальные переносятся на другие уровни представления системы.

Классификация состояний системы и факторов сужает первоначальную неопределенность и позволяет построить «трубку» возможных траекторий развития объекта.

Затем ищется «идеальное» управление, ведущее к достижению целей исследуемой системы. Данная процедура позволяет получить базовый сценарий (а в ряде случаев - несколько базовых сценариев), что завершает предсценарный этап.

Построение сценариев развития системы как конечного результата прогнозирования (рис. 2.9) предполагает проведение расчетов по всем базовым сценариям на системе математических моделей [25].

Цель расчетов - проверка содержательных базовых сценариев на допустимость и реализуемость, уточнение исходных фоновых переменных и суммарных параметров, а также количественно-качественный анализ сценариев.

Расчеты удобно начинать снизу, т.е. на моделях нижнего уровня, а по мере отработки базовых сценариев двигаться вверх по иерархии системы моделей. На этом этапе прогнозирования возможно сочетание различных математических методов параметрического прогнозирования и моделирования, методов оптимизации, экстраполяции и т.п. и эвристических методов {экспертных оценок}, что позволяет получить относительно точный и надежный прогноз.

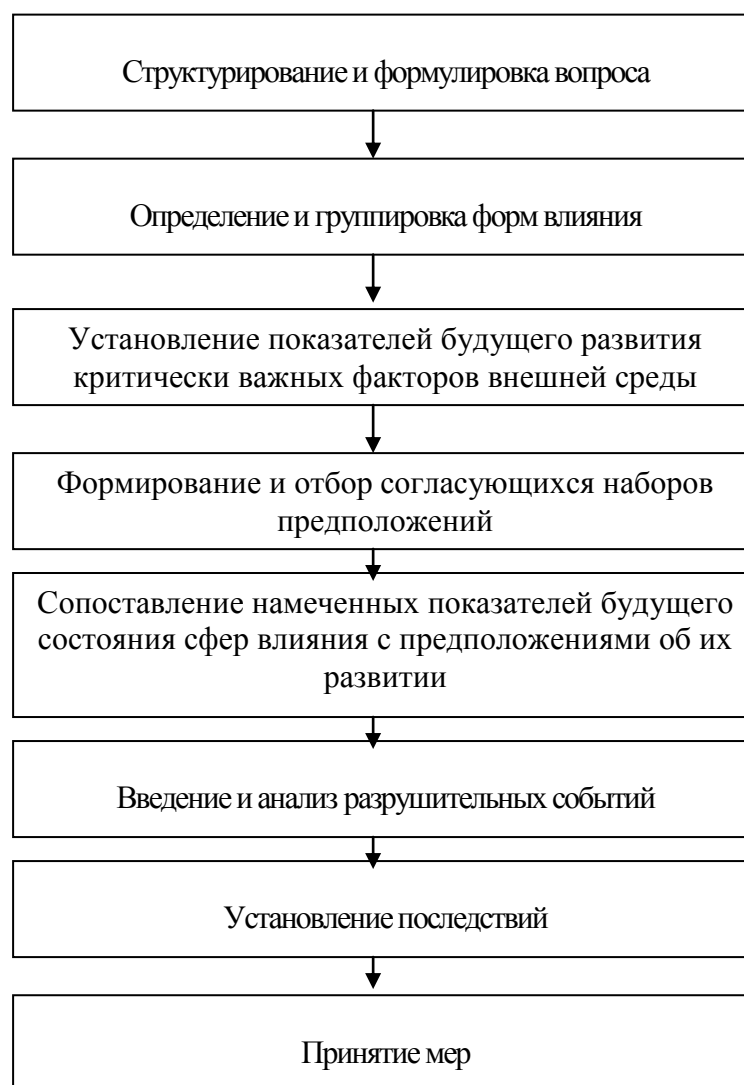


Рис. 2.9. Логическая схема построения сценариев развития объекта прогнозирования

Анализ схемы показывает, что построение сценариев представляет собой многошаговый процесс. Особый интерес представляют третий и



четвертый шаг. Если на третьем шаге фирма определяет будущее состояние среды и ее влияния, исходя из собственных целей, то на четвертом этапе возможное развитие сфер влияния определяется исходя из их современного состояния и возможных изменений. На пятом этапе сопоставляются результаты третьего и четвертого шагов, повышенные или заниженные показатели состояния среды корректируются при помощи данных, полученных на четвертом шаге.

Введение на шестом шаге разрушительных событий объясняется тем, что в реальной ситуации могут иметь место инциденты, которые не были спрогнозированы, но при этом могли изменить направление тенденции. Разрушительные события могут иметь как определенный результат (катастрофы, аварии и т.п.), так и положительный (политические примирения, технологические прорывы, открытие месторождений и т.п.). Из возможных разрушительных событий выделяются те, которые оказывают наибольшее влияние и учитывают их при составлении сценариев.

На заключительных шагах сопоставляются стратегические проблемы фирмы и выбранные варианты развития среды, определяется характер и степень воздействия тех или иных вариантов развития на стратегические области действий фирмы и рекомендуются конкретные меры по преодолению возможных проблем.

Построение прогнозных сценариев используется в практике прогнозирования, как самостоятельный метод, так и как элемент прогнозирования с использованием других методов (т.е. может выступать элементом комплексной системы прогнозирования) [2,25].

При прогнозировании для минимизации расходов на прогноз необходимо привлекать минимальное число экспертов при условии обеспечения ошибки прогнозирования не более  $b$ , где  $0 < b < 1$ . Минимальное число экспертов определяют по формуле

$$N_{\min} = 0.5 \cdot \left( \frac{3}{b} + 5 \right) \quad (2.24)$$

При этом должна наблюдаться стабилизация средней оценки прогнозируемой характеристики. При подборе экспертов, входящих в состав экспертной группы, должны быть учтены следующие их характеристики: компетентность, креативность (способность к творчеству), отношение к экспертизе, конформизм (неустойчивость мнения), аналитичность и широта мышления, конструктивность мышления (прагматизм), коллективизм и самокритичность.

Для оценки согласованности мнений экспертов можно использовать дисперсионный коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (2.25)$$

где

$$T_j = \sum_{k=1}^{H_j} (h_k^3 - h_k) \quad (2.26)$$

В формулах (2.25) и (2.26)  $T_j$  — показатель связанных (одинаковых) рангов в  $j$ -ой ранжировке,  $H_j$  — число групп равных рангов в  $j$ -ой ранжировке;  $h_k$  — число равных рангов в  $k$ -ой группе связанных рангов при ранжировке  $j$ -ым экспертом,  $n$  — число объектов,  $m$  — число экспертов.

$$S_j = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r} \right)^2 \quad (2.27)$$

где  $r_{ij}$  — ранг, присваиваемый  $j$ -ым экспертом  $i$ -ому объекту;  $\bar{r}$  — средний ранг, равный:

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n r_i \quad (2.28)$$

Если коэффициент конкордации равен 1, то все ранжировки экспертов одинаковы,  $W = 0$ , если все ранжировки различны, т.е. совершенно нет совпадений. Мнения экспертов согласованы, если  $W > 0,6$ .

Применение экспертных оценок позволяет решать сложные неформализуемые проблемы. Знание научно обоснованного подхода к применению этого метода в технологии функционального управления является необходимым условием эффективной работы руководителей разного уровня.

## 2.5. Комплексные системы прогнозирования

Практическое использование такие системы находят на высших уровнях управления крупных экономических систем: страны, отрасли, региона, холдинга, транснациональной компании и т.п.

Необходимость в создании комплексных систем возникает в связи со сложностью современных организационно-производственных систем

и невозможностью их единообразного описания и прогнозирования с использованием только одного метода.

Разработку комплексных систем прогнозирования ведут исходя из структуры прогнозируемого объекта или процесса.

При разработке и анализе комплексных систем прогнозирования к основным операциям относят определение состава и процедур сингулярных (простых) методов прогнозирования, входящих в систему, а также логические правила их объединения в систему. Простые процедуры используют для прогнозирования подсистем и блоков, входящих в структуру прогнозируемого процесса или объекта.

Примерами использования комплексных систем прогнозирования являются: метод прогнозного графа, система ПАТТЕРН и др.

### ***Метод прогнозного графа***

Разработан группой киевских специалистов института кибернетики под руководством академика В.М.Глушкова [25,26]. Основой метода являются экспертные и формально-математические процедуры построения и анализа опорного графа, отражающего обобщенное суждение широкого круга специалистов о потребностях, возможных путях и ресурсах, необходимых для достижения поставленной цели.

Комплексная система, построенная в соответствии с этим методом, реализует следующие процедуры: выбор объектов прогноза; исследование фона (среды); классификация событий; формирование задач и генеральной цели прогноза; анализ иерархии; формирование событий; принятие внутренней и внешней структуры объекта прогноза; анкетирование экспертов, математическая обработка данных анкетного опроса; количественная оценка структуры; верификация полученных результатов.

Опорный граф строится сверху от события, являющегося конечной целью, до самого нижнего уровня, содержащего события, свершение которых обеспечивают уже имеющиеся научно-технические достижения. Такие события можно считать реализованными («заземленными»).

На каждом уровне группа экспертов формулирует события-цели и условия их достижения. Обработка информации на ЭВМ позволяет определить важность различных событий для свершения конечной цели, найти оптимальные пути и оценить по разным критериям варианты решений.

Программа работы ЭВМ обеспечивает также перестройку графа, его упорядочение, в том числе и ликвидацию тупиков и петель, то есть возврата к уже совершенным событиям, а также перераспределение и обновление информации.

Достоинством метода является возможность работы с графом в режиме диалога «человек - информационная система» для проверки некоторых ситуаций, то есть возможность проигрывать разные ситуации.

Граф является динамической системой, и при поступлении от экспертов новой информации производится пересмотр-ревизия оценок, вариантов прогноза и принятых решений.

В результате этой ревизии ЭВМ может сформулировать запросы к принимающим решение о целесообразности пересмотра тех или иных действий или обсуждения экспертами и принимающими решение вновь сложившейся ситуации. Такие способности прогнозного графа к совершенствованию и «самоанализу» открывают возможности новой методологии планирования и управления.

Структурная схема прогнозирующей подсистемы прогнозного графа представлена на рис. 2.10 [25]. Ее функционирование происходит следующим образом. Группа синтеза и интерпретации данных (СИД) формирует поток данных, содержащих результаты анализа и прогнозирования развития интересующей области.

Математическое обеспечение системы (МО) является набором стандартных и специальных программ, которые обеспечивают построение и перестройку прогнозного графа.

Группа задач и методов решения (ЗМР) обеспечивает прием потока задач и запросов. Эта группа тесно связана с деятельностью группы систематизации и координирования данных (СКД), формирующей банк данных (БД) системы и обеспечивающей его рациональное использование.

Поток новой информации в систему происходит по трем каналам. Центральное место занимают идеи и оценки коллектива экспертов (КЭ), с которым в режиме диалога работает группа экспертных оценок (ЭО). При этом КЭ анализирует компетентность и отношение каждого эксперта к работе.

Второй канал потока информации реализуется группой патентного анализа (ПА), которая анализирует материалы патентного фонда (ПФ), относящиеся к объекту прогнозирования.

Третий канал - научно-техническая информация (НТИ). Группа анализа научно-технической информации (АНТИ) собирает и анализирует обзоры, прогнозы, выдвинутые в литературе или поступившие непосредственно от специалистов принципы и идеи. При помощи группы ЭО результаты этого анализа используются так же, как и результаты деятельности группы ПА.

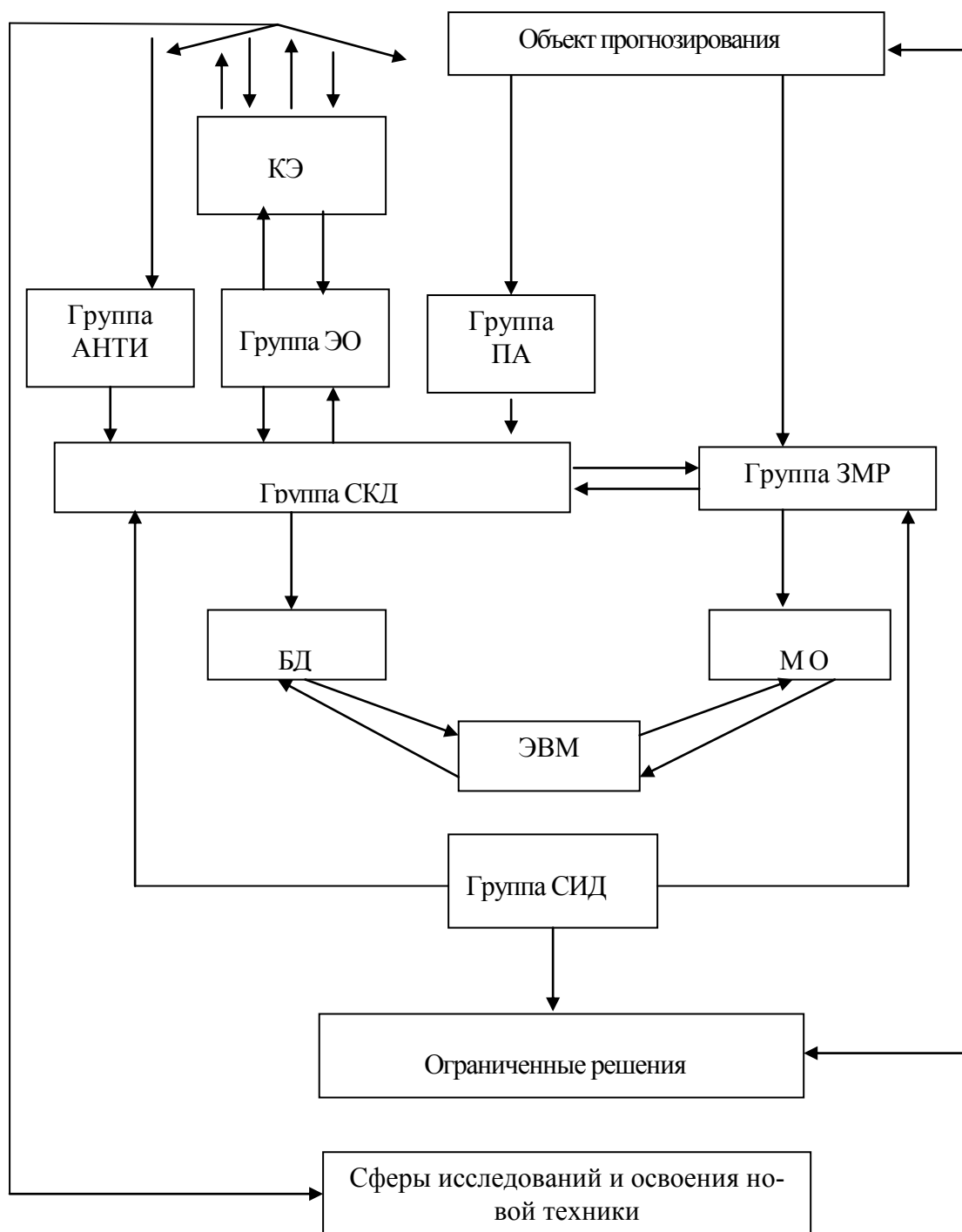


Рис. 2.10. Структурная схема прогнозируемой подсистемы

Круг организаций, использующих систему, построенную по типу

прогнозного графа, достаточно широк и включает официальные инстанции и органы управления, а также генеральных и главных инструкторов и других специалистов, ответственных за НИОКР и их разделы.

**Система ПАТТЕРН** разработана в США в 1964 г. для обоснования планирования и управления научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками. Используется для обоснования прогнозов и планов посредством научно-технической оценки количественных данных [45].

Метод ПАТТЕРН включает ряд взаимосвязанных блоков (рис. 2.11) [25]. Полученные материалы исследований обобщаются и обрабатываются на ЭВМ.

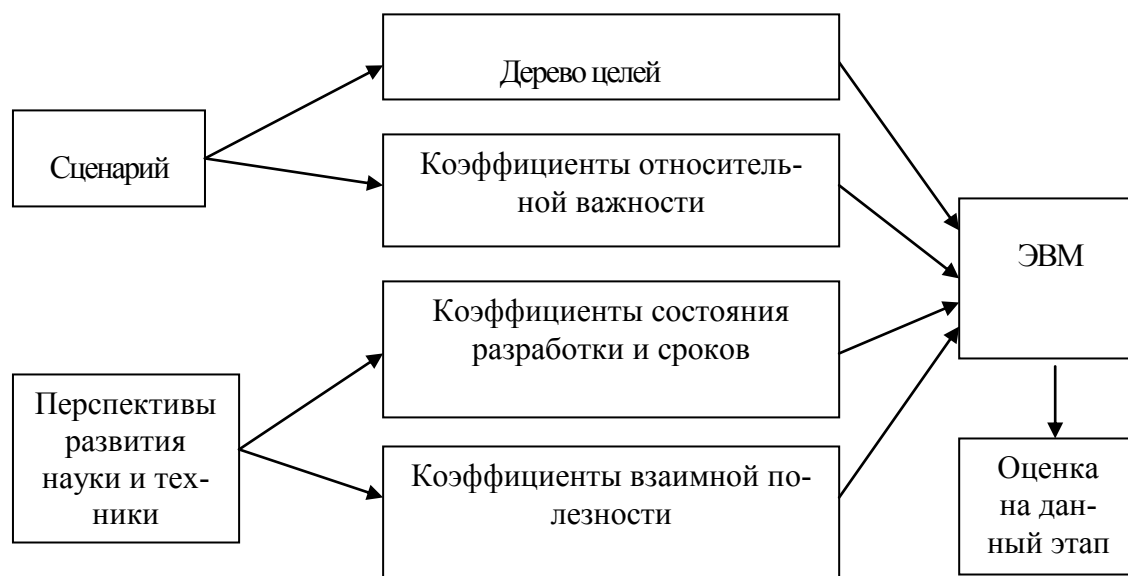


Рис. 2.11. Структура представления метода ПАТТЕРН

Сам метод как элемент включает построение сценария (динамической картины будущего). Выявленная в сценарии главная цель детализируется на отдельные подцели, каждая из которых разделяется на более частные задачи (производится декомпозиция цели) и т.д.

«Дерево целей» содержит только те проблемы, которые требуют научно-технической разработки, остальные исключаются из рассмотрения.

Для каждого уровня дерева целей устанавливаются коэффициенты относительной важности всех его элементов, выраженные в долях единицы.

Важное значение имеет определение состояния и возможных сроков завершения работ, характеризующих коэффициентами состояния разработки и сроков. В основу их расчета положена следующая классификация этапов разработки:

производственная готовность - это этап разработки, когда требования, предъявляемые к изделию, могут быть удовлетворены имеющимися техническими возможностями промышленности;

техническое проектирование соответствует случаю, когда проблема технически решена, доказана возможность изготовления изделия на имеющемся оборудовании;

перспективная разработка отражает этап, когда доказана принципиальная возможность создания изделия и изготавливается опытный образец;

поисковая разработка - соответствует этапу, когда проводятся работы для доказательства возможности технического решения проблемы и удовлетворения условиям эксплуатации, проверяются в лабораторных условиях возможные конструктивные решения;

теоретические исследования являются начальным этапом разработки.

Определение состояния, возможных сроков реализации разработок, а также необходимых затрат производится экспертами. Эти данные используются, прежде всего, для исключения из рассмотрения тех задач, которые близки к завершению, т.е. находящихся на стадии технического проектирования или производственной готовности.

Материалы экспертных оценок служат для построения характеристики изменения денежных затрат по этапам цикла разработки [25] (рис. 2.12). Общая площадь под рассматриваемой кривой соответствует суммарным расходам и может быть разделена на две части: завершённую часть (без штриховки) и часть, подлежащую разработке (заштрихованная площадка). Отношение предстоящих затрат к суммарным расходам представляет собой коэффициент состояния разработки.

При разработке подсистем (задач), входящих в «дерево целей», принимаются во внимание возможности частичного использования результатов разработок одних подсистем для других, характеризующие коэффициентами взаимной полезности. Эти коэффициенты экспертно оцениваются специалистами и выражают относительное снижение затрат времени и других ресурсов. Принципы, заложенные в систему ПАТТЕРН, позволяют осуществить прогноз и провести анализ в любой области деятельности.

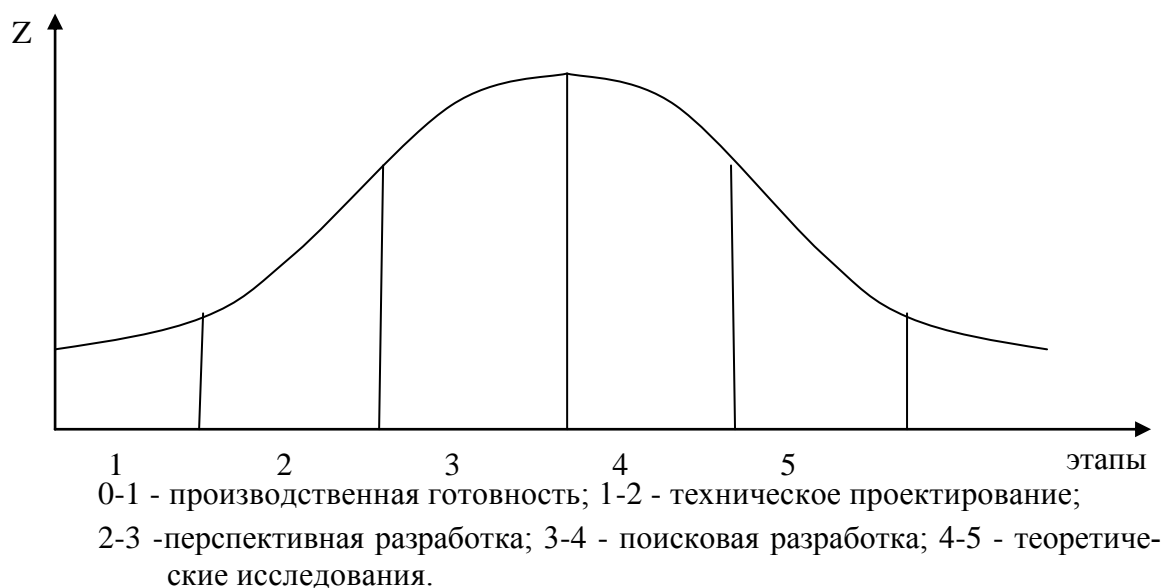


Рис. 2.12. Изменение денежных затрат по этапам разработки

Рассматриваемая система позволяет:

- выбрать объект прогноза;
- выявить внутренние закономерности его развития;
- написать сценарий;
- сформулировать задачи и главную цель прогноза;
- провести анализ иерархии и декомпозицию целей;
- понять внутреннюю и внешнюю структуры объекта прогнозирования;
- провести анкетирование экспертов;
- выполнить математическую обработку данных анкетирования;
- количественно оценить структуры;
- верифицировать результаты;
- разработать алгоритм распределения ресурсов;
- провести распределение ресурсов; оценить распределение ресурсов.

Сравнение методов прогнозного графа и метода ПАТТЕРН показывает, что основное преимущество последнего состоит в наличии механизма реализации прогноза.

Метод ПАТТЕРН можно назвать комбинацией методов прогнозирования и стратегического планирования.



### 3. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ВЕРИФИКАЦИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

#### 3.1. Информационное обеспечение прогнозирования

Для реализации прогнозных моделей необходимо не только располагать своевременной и точной информацией, но и уметь осмысливать ее, делать выводы и результативно воплощать в принимаемых управленческих решениях. Необходимость присутствия информационной составляющей в процессе прогнозирования очевидна, поскольку она является основой всего управленческого процесса. Реализация любой цели в процессе деятельности всегда связана с проблемой выбора из имеющихся прогнозных альтернатив наиболее оптимальных и рациональных, что вносит элемент неопределенности в прогнозную модель. Снижение неопределенности возможно на базе использования информации, обеспечивающей менеджеров определенными сведениями [25].

Информация - это совокупность сведений, сообщений, данных, материалов, определяющих меру потенциальных знаний менеджера об определенных процессах, происходящих на предприятии в их взаимосвязи. Суть информации составляют только те сведения, которые уменьшают неопределенность интересующих менеджера событий.

Информация в менеджменте и, следовательно, в процессе разработки и реализации прогнозов - сумма нужных, воспринятых и осознанных сведений, необходимых для анализа конкретной ситуации, дающая возможность комплексной оценки причин ее возникновения и развития, позволяющая определить ряд альтернативных прогнозных решений, из которых реально (исходя из конкретной ситуации) найти оптимальное управленческое решение, осуществить контроль за его исполнением.

На характеристики информации влияет целый ряд факторов: объем, способы приема и методы обработки информации, скорость обработки первичных данных и их предоставления менеджеру, степень устаревания данных, актуальность информации в определенный момент времени, достоверность состояния отражаемого объекта, полнота данных, комплектность информации. Особую роль играют используемые средства обработки информации и информационные технологии, применяемые в работе менеджера.

Характер информации для осуществления процесса прогнозирования зависит от условий, в которых осуществляется прогноз. Эти условия можно разделить на детерминированные {определенные}, случайные и неопределенные [39].

Детерминированные, или определенные, имеют место тогда, когда известен результат каждого из альтернативных вариантов прогноза и выбора на его основе варианта решения. Такая ситуация в реальных экономических процессах достаточно редка. По результатам анализа факторов, влияющих на параметры объекта прогнозирования лишь часть параметров можно считать жестко детерминированными. При этом считается, что существует лишь один вариант значения или изменения параметров.

Случайные условия имеют место тогда, когда представляется возможность определить вероятность появления каждого результата.

Вероятность определяют как степень возможности совершения данного события, и она изменяется от 0 до 1. Сумма вероятностей всех альтернатив должна быть равна единице (так как они образуют полную группу событий). Вероятность появления событий можно оценить как частоту его появления на практике или при фиктивном разыгрывании, моделировании ситуации. Вероятности могут быть оценены с помощью экспертных оценок или на основе статистических наблюдений в ретроспективе.

Неопределенные условия имеют место тогда, когда невозможно оценить вероятность потенциальных результатов прогноза. Такая ситуация возникает при противодействии разумного противника (конкурента), изпользовании им тайны или конфиденциальности, а также в силу новизны и сложности требующихся для разработки прогнозной модели факторов, по которым практически невозможно получить исходную информацию.

По характеру отражения свойств располагаемая об объекте прогнозирования информация может быть отнесена к трем видам.

Подсознательная или интуитивная, источниками которой может быть опыт предыдущих лет, знания менеджера, его квалификация, интуиция и т.п.

Предметная информация - описание процесса или состояния объекта прогнозирования естественным языком с использованием приемов формальной логики. Результат прогнозирования при этом имеет только качественный характер.

Количественная, в том числе статистическая информация. Такая информация получается на этапе ретроспекции при анализе объекта прогнозирования. Результаты прогноза при этом имеют количественные оценки.

По степени достоверности информацию можно разделить на достоверную (полученную из официальных источников), относительно достоверную (из случайных источников) и информацию с возможным умышленным искажением данных.

По отношению объекта управления к субъекту информацию можно классифицировать на обмен между хозяйственной структурой и внешней средой, между подразделениями фирмы, между руководителем и исполнителем и т.п. Существуют также многообразные классификации информации по следующим признакам:

- по способу передачи (электронная, телефонная, спутниковая, письменная и др.);

- по изменчивости во времени (условно-постоянная и условно-переменная (недолговечная);

- по режиму передачи (в не регламентируемые сроки, по запросу и принудительно в определенные сроки);

- по назначению (экономическая, техническая, организационная, социальная и др.);

- по форме передачи (вербальная (словесная) и невербальная).

Практически все перечисленные виды информации могут быть в той или иной степени задействованы как в процессе разработки прогнозной модели, так и при ее реализации.

Возможности покрытия информационных потребностей при разработке прогнозов зависят от имеющейся на предприятии информационной базы, накопленной за предыдущие периоды деятельности.

Для большинства хозяйствующих субъектов информационные потребности приблизительно одинаковы и их можно сгруппировать следующим образом (рис. 3.1) [18]. Экономическая информация последовательно и полно отражает производственно-хозяйственную деятельность предприятия.

Плановая информация служит для выбора действий, которые могут быть приняты в будущем. Сюда можно отнести информацию, содержащуюся в сметах, бюджетах, показатели производственной программы, экономические нормативы для контроля плановых цифр и т.п.



Рис. 3.1. Классификация информационных потребностей

Нормативно-справочная информация - связующее звено между остальными видами экономической информации. Ее состав определяется типом производства, номенклатурой продукции, сложностью технологического процесса, уровнем развития хозяйственных внутренних связей.

Учетная информация имеет общие черты, принципы и объекты с нормативно-справочной и плановой информацией. Именно эта информация используется как для оперативного управления, так и для разработки долгосрочных и краткосрочных прогнозов.

Первичная информация обеспечивает данными финансовый и управленческий учет. Это текущая оперативная информация о результатах деятельности всех производственных подразделений (цехов, участков, бригад) и даже отдельных работников.

Финансовый учет готовит информацию для внутренних и внешних пользователей, используя при этом для всех предприятий общие правила ведения.

Управленческая учетная информация - это информация, специально подготовленная для руководителей разных уровней и помогающая реализовывать им свои функции. Именно этот вид учета позволяет создать информационную базу, специально подготовленную для оперативного прогнозирования.

Оперативным считается прогнозирование (ежедневное, недельное, месячное, квартальное), годовым и долгосрочным (свыше одного года). Наиболее часто реализуется ежедневное прогнозирование,

выполняемое руководителями низшего уровня управления подсознательно (интуитивно). Оно касается сопоставления возможностей, основанных на результатах прошедших дней, с суточными данными. Так, например, прогнозируя суточный объем производства продукции, принимают решения о незапланированных мероприятиях. Такой прогноз, чаще всего, осуществляется с помощью метода индивидуальных экспертных оценок, базирующегося на опыте и интуиции руководителя.

В большей степени эти прогнозы часто лишены экономической оценки последствий, а также их влияния на результаты деятельности предприятия и направлены на выполнение плана только по объемным натуральным показателям (носят разовый характер).

В рыночной среде основополагающими становятся прогнозы сбыта и производства, а также прогноз предприятия в капитале (прогноз инвестиций, рис. 3.2) [25].

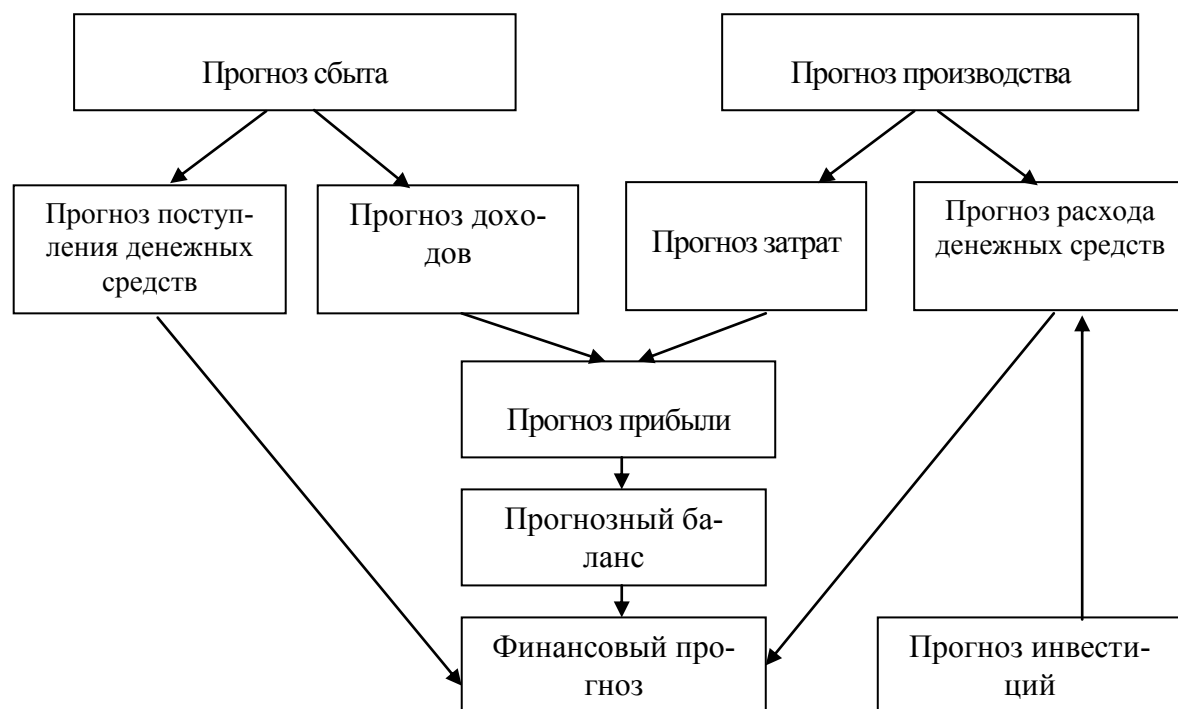


Рис. 3.2. Стадии реализации процесса прогнозирования

При этом этапы процесса прогнозирования базируются на определенной, только им присущей информации, разделяющей всю необходимую информационную базу на три составляющие: информа-

цию о внешней среде, информацию о хозяйственной деятельности предприятия и информацию о финансовой деятельности.

Большинство показателей при прогнозе объемов производства определяются путем экстраполяции тенденций развития процессов и явлений из прошлого в будущее. Глубина используемой информации при построении тренда зависит, во-первых, от начала развития тенденций (роста или снижения) и, во-вторых, от переломного периода в общей тенденции (например, начала экономических преобразований в стране). Кроме экстраполируемых данных, в прогнозе используются удельные показатели и нормативы.

Потребности в информации на каждом этапе прогнозирования представлены в таблице 3.1 [25]. Разработка прогноза начинается с изучения рынка, определения прогнозных цен на продукцию и установления возможностей предприятия по сбыту.

Следует учитывать, что прогноз есть вероятность наступления тех или иных событий и практически всегда в нем присутствует ошибка неопределенности и случайного влияния на показатель неучтенных и редко происходящих фактов. Это означает, что «идеальный прогноз» часто невозможен. Прогнозировать можно только область возможных состояний, дополняя экстраполируемое значение доверительным интервалом прогноза.

При прогнозировании деятельности предприятия наименее детерминированным событием является тенденция развития внешней среды, особенно цен, так как они зачастую не зависят от деятельности самой хозяйственной структуры. Поэтому именно для прогноза ценовых индексов-дефляторов определяется область возможных значений, границы которой представляют собой пессимистический и оптимистический варианты развития. Таким образом, дальнейшие расчеты ведутся по трем вариантам, добавляя к уже названным двум наиболее вероятный, соответствующий значениям линии тренда (т.е. средний вариант прогноза).

На динамику некоторых стоимостных показателей (затрат по статьям, капитальных вложений, отвлечений из прибыли) большое влияние оказывает инфляция. В результате того, что в последние годы уровень инфляции изменяется в больших пределах, ее влияние часто скрывало тенденции происходящих на предприятиях процессов.

Таблица 3.1

Исходная информация для разработки прогнозной модели

Стадии процесса прогнозирования	Результирующие показатели	Характер информации
1. Прогноз сбыта	Цена на продукцию на внутреннем и внешнем рынках, курс доллара, суммы акциза, объемы выручки от прочей реализации (работ, услуг)	Тенденции изменения индексов-дефляторов, тренды динамики курса доллара, ставок акциза, тенденции в объемах услуг, оказываемых на сторону (в натуральном и стоимостном выражении)
2. Прогноз производства	Объемы производства продукции в целом по предприятию и по структурным подразделениям, товарная продукция	Экстраполяция объемов производства за предшествующие периоды, норматив потерь при транспортировке продукции до потребителя, расход продукции на собственные нужды
3. Прогноз доходов	Объемы реализации продукции, выручка от реализации продукции, общий объем доходов, чистая выручка (без НДС и акцизов)	Остатки продукции на начало периода, период оборачиваемости остатков, среднесуточный объем производства, ожидаемая величина остатков продукции на конец периода, ставки НДС, уровень сопоставимых и действующих цен
4. Прогноз затрат	Смета затрат по статьям себестоимости основных видов продукции, себестоимость единицы продукции, налоги, относимые на себестоимость	Распределение затрат на условно-постоянные и условно-переменные, зависимость изменения численности от объема производства, динамика средней заработной платы под влиянием инфляции, тенденции в изменении амортизационных отчислений, изменение переменных затрат, ожидаемый уровень прочих и общепроизводственных затрат
5. Прогноз прибыли	Прибыль от реализации продукции и услуг, балансовая прибыль	Прогнозы доходов и затрат, расчет налогов, относимых на прибыль, динамика отвлеченных денежных средств из прибыли под воздействием инфляции
6. Прогнозирование инвестиций	Источники финансирования и финансовые расходы, избыток (дефицит) денежных средств)	Прогноз амортизационных отчислений, прибыли, отвлечений из прибыли, пополнение собственных оборотных средств, прогноз инвестиционной активности
7. Прогноз денежных поступлений	Объем реализации продукции по направлениям сбыта, чистая выручка от реализации продукции, услуг на сторону по направлениям, сумма денежных поступлений от потребителей продукция (работ, услуг)	Размер отгруженной продукции в натуральном и стоимостном выражении на начало года, средний срок транспортировки до потребителя, реализация продукции в прогнозном периоде по отгрузке, ожидаемый размер отгруженной продукции на конец прогнозного периода, ожидаемый размер дебиторской задолженности

Стадии процесса прогнозирования	Результирующие показатели	Характер информации
8. Прогнозирование денежных расходов	Сумма денежных расходов	Прогноз капитальных вложений, прогнозное значение налоговых платежей, эксплуатационные расходы, размер кредиторской задолженности на начало прогнозного периода, период оборота кредиторской задолженности, ожидаемая величина обязательств на конец прогнозного периода
9. Финансовый прогноз	Прогноз избытка или дефицита денежных средств, возможность погашения недоимки в бюджеты и внебюджетные фонды, прогноз создания резервов денежных средств	Остаток средств на начало периода, прогноз поступления и использования денежных средств, возможность использования краткосрочных и долгосрочных заемных средств, ожидаемый остаток средств на конец прогнозного периода
10. Прогнозный баланс	Распределение капитала предприятия по статьям агрегированного баланса, ликвидность, платёжеспособность, рентабельность капитала	Результаты расчётов на предыдущих стадиях прогноза

Поэтому для учета инфляции всю, накопленную за предыдущие периоды стоимостную информацию приводят сначала в сопоставимый вид, освобождая ее от влияния инфляционных процессов (то есть к единым ценам). Сопоставимыми ценами при этом выбирают цены, действующие в период разработки прогноза, связывая прошлые и будущие значения в текущем периоде, что позволяет предварительно оценить текущее состояние предприятия. Затем сопоставимые показатели экстраполируются, и полученные прогнозные значения приводят к действующим в прогнозном периоде ценам.

Анализ состава данных, применяемых для разработки прогнозной модели, позволяет сделать вывод о детерминированности (причинно-следственной обусловленности) между объемом производства и практически всеми показателями, отражающими деятельность хозяйственной структуры. Экономические результаты в большей степени зависят от влияния внешних факторов, часто носящих случайный характер (цены, темпы инфляции и т.п.).

При разработке долгосрочных прогнозов объем информации может быть несколько сокращен в силу большой степени инерционности показателей и эволюторного характера их развития. Внимание при прогнозировании при этом должно уделяться количественной оценке влияния «фоновых» параметров, формирующих внешнюю среду. В краткосрочном периоде все больше возрастает зависимость результатов прогноза от объема информации.



С информационным обеспечением прогнозного моделирования связан ряд проблем, которые во многом объясняются действующей в настоящее время практикой учета и отчетности [25].

Во-первых, действующая государственная отчетность, ориентированная в основном на внешних пользователей, имеет периодический характер, где отсутствует информация по более мелким интервалам времени.

Для получения более точных и надежных прогнозов необходимым является отслеживание устойчивой сопоставимой динамики, охватывающей как минимум 7-8 интервалов. Эта проблема особенно актуальна для информации о стоимостных показателях, которая наиболее подвержена влиянию факторов неопределенности и зачастую трудно сопоставима.

Во-вторых, использование данных первичного учета для разработки прогнозов и принятия на их основе управленческих решений осложняется из-за отсутствия единообразия форм первичного учета, большого объема оперативной информации, которая зачастую носит разрозненный характер и не всегда систематизирована.

В-третьих, на предприятиях часто слабо организован сам процесс сбора и подготовки информации для последующих управленческих решений, носящих перспективный характер, практически отсутствует ответственность за подачу несвоевременной и неточной информации со стороны лиц, исполняющих учетные функции.

Для сведения к минимуму отмеченных недостатков в информационном обеспечении системы управления деятельностью предприятий и, особенно сложных интегрированных структур, можно предложить использование элементов управленческого (производственного) учета, широко используемого в зарубежной практике [18].

Управленческий учет в отличие от финансового, имеющего ориентацию на внешних пользователей, обеспечивает информацией лиц, ответственных за принятие перспективных решений.

При разработке экономических прогнозов на уровне хозяйственных структур информация может быть запрошена администрацией (дирекцией) немедленно, по мере необходимости. Учитывая, что принимаемые решения носят прогностический характер, менеджеры нуждаются в детальной информации о предполагаемых объемных показателях, затратах и доходах.

Отсутствие персональной заинтересованности менеджеров центров ответственности за понесенные затраты приводит к частым

сбоям в подаче информации, к искажению подлинного уровня затрат (преуменьшению или, наоборот, «раздуванию» расходов структурных подразделений).

Особенно сложным становится формирование репрезентативной выборки по затратам и их элементам в краткосрочные периоды времени (недели, месяцы), что затрудняет вычисление сметных уравнений, широко применяемых в западной практике учета для прогнозирования характера поведения затрат (особенно при оптимизационном прогнозировании).

Расчет сметных уравнений для каждого элемента затрат необходим в силу того, что затраты по отдельным элементам и статьям изменяются неравномерно в зависимости от объемов производства:

одни носят ярко выраженный переменный характер (материалы, топливо, энергия);

другие - постоянный (общецеховые и общепроизводственные расходы, амортизация);

третьи являются смешанными, полупеременными (расходы на содержание и эксплуатацию оборудования).

С помощью сметных уравнений определяют вид, тесноту связи между затратами, долю постоянных затрат в их общей сумме и прогнозируют поведение себестоимости и отдельных элементов на определенный период с достаточной степенью точностью. Имея сметные уравнения, легко можно при прогнозировании вносить поправки на инфляцию, что также повышает качество прогнозов.

Исследовать поведение различных видов затрат в зависимости от объемов производства можно при помощи вычислительной техники и стандартных статистических программ. Вводя дополнительную информацию о меняющихся затратах, можно с помощью таких программ легко корректировать параметры прогнозных уравнений и подсчитывать ожидаемые расходы.

Применение средств вычислительной техники при решении прогностических задач обеспечивает, с одной стороны, оперативное, нетрудоемкое их решение, а с другой - хорошее качество информации, получаемой для перспективного анализа и проведение на его основе прогноза.

Кроме внедрения в производственную и учетную практику хозяйствующих субъектов элементов управленческого учета, необходимым является создание системы раннего предупреждения, то есть особой информационной системы, благодаря которой руководство

предприятия должно получать сведения о потенциальных опасностях, грозящих от внешней среды и (или) внутренней среды самого предприятия, с тем, чтобы своевременно и целенаправленно реагировать на «угрозы» соответствующими мероприятиями.

Данные раннего предупреждения выступают в роли своеобразных индикаторов и показывают их влияние на динамику оборота и прибыли в случае, когда менеджерами не принимаются никакие меры. По сути, речь идет о комбинированной прогнозно-аналитической информации, которая исходит из, во многом, скрытых явлений и позволяет спрогнозировать их воздействие с высокой заданной вероятностью.

Процесс создания системы раннего предупреждения должен включать следующие этапы [41]:

1. Определение области наблюдения. При этом в соответствии с целями предприятия определяются потенциальные источники опасности, которые могут служить причиной кризисного развития предприятия. Внешними областями наблюдения могут быть специфические рынки (местный, региональный, внешний), технологические сферы; внутренними - продуктовые программы. Схематично внешние и внутренние области наблюдения показаны на рис. 3.3 [25].

2. Определение индикаторов раннего предупреждения (об объемах заказа, ценах на рынках снабжения и сбыта, об инвестициях и т.п.).

3. Определение целевых показателей и интервалов их изменения по каждому индикатору.

4. Определение задач для центров обработки информации. При этом периферийными элементами (датчиками), которые улавливают изменение индикаторов, могут быть менеджеры всех подразделений хозяйственной структуры. В ряде случаев возможна децентрализованная оценка сигналов раннего предупреждения, а централизованная обработка может быть возложена на службы маркетинга и планово-экономический отдел, группу прогнозирования.

5. Формирование информационных каналов. Речь идет о структурировании информационных связей между внешней средой, структурными подразделениями и системой раннего предупреждения, а также между этой системой и ее пользователями - руководителями всех уровней.



Рис. 3.3. Области наблюдения в системе раннего предупреждения

Сбор, документирование и обработку информации раннего предупреждения следует осуществлять при помощи компьютерной техники и современных информационных технологий. Новые информационные технологии включают:

новые технологии коммуникаций на основе локальных и распределительных сетей ЭВМ;

новые технологии обработки информации на основе персональных компьютеров (ПЭВМ) и специализированных рабочих мест;

технологии, исключаящие бумагу как основной носитель информации; новые технологии принятия решений на основе средств искусственного интеллекта - баз знаний, экспертных систем, систем

моделирования с различными формами представления моделируемых ситуаций и т.п.

Внедрение новых информационных технологий в управленческую и прогностическую деятельность преследует не только автоматизацию рутинных методов обработки информации, но и организацию информационно-коммуникационного процесса прогнозирования на качественно новом уровне.

Создание ориентированной на результат системы раннего предупреждения требует полной автоматизации обработки информации, что обусловлено большим объемом данных, которые должны быть обработаны и сохранены, необходимостью обращения к различным целям и исходным данным, большим количеством расчетных операций, которые необходимо выполнить в короткое время, чтобы своевременно подготовить текущую проблемно структурированную управленческую информацию.

В сложной хозяйственной структуре такая автоматизация возможна на основе создания интегрированной информационно-управленческой системы (УИС), которая позволит:

получать машинное представление широкого спектра управленческой информации (плановой, оперативной, контрольной, прогнозной) в документированной форме;

обсчитывать на ЭВМ и представлять программируемые виды (процессы) управленческой деятельности.

Достоинство такой системы - ее ориентация не только на прошлые периоды, но и на будущее.

В отличие от автоматизированных систем плановых расчетов (которые в настоящее время используются на большинстве предприятий) в системе УИС должна учитываться прогнозная информация, подготовленная на базе расчетных моделей, в соответствии с принципом замкнутого контура управления, а на базе прогнозных, контрольных показателей и данных раннего предупреждения формироваться информация для регулирующих воздействий.

Создать всеобъемлющую информационно-коммуникационную сеть во многих хозяйственных структурах, учитывая их системную сложность, практически невозможно.

Если первоначально нельзя достичь полной интеграции, то возможно создать локальные подсистемы, которые формируются в отдельности, а в дальнейшем могут быть объединены в замкнутую информационную сеть, где получают большое количество информа-

ции и проводят машинную подготовку принимаемых прогнозных решений. В связи с этим функциональные связи между подсистемами должны быть учтены уже на первой фазе реализации, и должна существовать единая концепция создания глобальной системы. Внедрение такой системы позволит упорядочить документооборот, исключить несогласованность документов, ускорить процесс их формирования, улучшить качество принимаемых решений.

Работоспособность информационной системы во многом будет зависеть от характера данных, поступающих из различных подразделений предприятия. Новый подход к прогнозированию (прежде всего краткосрочному) приведет к увеличению информационных потребностей и расширению перечня исходных данных, необходимых для осуществления прогноза.

В результате формируется новая информация о доходности и рентабельности предприятий и видов продукции, составляются модели трендов объемных показателей, сметные уравнения ожидаемых затрат по центрам ответственности, информация о минимально необходимых выплатах из прибыли, о портфеле заказов по поставщикам, подрядчикам, покупателям и заказчикам и т.д.

Вся перечисленная информация, включая традиционные учетные данные, содержащиеся в официальной статистической и финансовой отчетности, составляют банк базовых данных, являющихся входной информацией для банка моделей. Для получения на основе этих данных управленческой информации их следует подвергнуть обработке специальными программами обобщения данных, и тогда они уже в обобщенном виде послужат материалом для управления на различных ступенях иерархии.

При создании интегрированной УИС устраняется негативное воздействие искусственных границ между подразделениями. Информационные потоки в интегрированной системе становятся естественным отражением действительных взаимосвязей всех процессов в рамках предприятия и позволяют создать имитационную модель сложной хозяйственной структуры, что может служить основой для принятия необходимых решений руководством предприятия.

### 3.2. Оценка точности и адекватности прогностических моделей

Для обеспечения точности и достоверности результатов прогнозирования необходима проверка адекватности или верификация прогнозной модели.

Проверка адекватности модели выполняется с использованием формальных статистических критериев. Однако такая проверка возможна при наличии надежных статистических параметров, как оригинала (объекта прогнозирования), так и модели. Если по каким-то причинам такие оценки отсутствуют, то осуществляют сравнение отдельных свойств оригинала и модели. При этом первоначально должна проверяться истинность реализуемых функций, затем истинность структуры и, наконец, истинность достигаемых при этом значений параметров. Для этого помимо модели необходимо иметь функционирующий оригинал, то есть проводить сопровождающее моделирование.

Верификация модели - оценка ее функциональной полноты, точности и достоверности с использованием всей доступной информации в тех случаях, когда проверка адекватности по тем или иным причинам невозможна.

В прогнозировании чаще используют верификацию, так как в большинстве случаев реальный объект отсутствует или разрабатываются новые (еще не существующие) функции объекта прогнозирования. В таблице 3.2 представлены наиболее часто используемые методы верификации [25].

В прогнозировании случай совершенного прогноза достигается крайне редко, поэтому проблема верификации прогнозной модели является одной из важнейших в прогностике. Степень совершенства прогнозов выражают через различные измерители точности прогнозирования. Точность точечного прогноза в момент  $t$ , определяется разностью между прогнозом  $P$ , и фактическим значением  $F_h$  прогнозируемого показателя в этот момент времени. Отдельный точечный прогноз не определяет точность конкретной процедуры прогнозирования в целом, то есть потребуется некоторая выборка  $\{(P_j, F_j)\}$ , на основе которой рассчитывается значение некоторого измерителя точности прогнозирования.

Важность проблемы точности прогнозирования определяет важность анализа различных ее измерителей. В настоящее время нет достаточно полного исследования всевозможных критериев точности, что затрудняет оценивание возможностей различных моделей и опыта их

применения в прикладных работах по прогнозированию конкретных процессов [35].

Таблица 3.2  
Методы верификации прогнозных моделей

Метод верификации	Технология верификации
Прямая верификация	Разработка модели того же объекта с использованием иного метода прогнозирования
Косвенная верификация	Сопоставление результатов, полученных с использованием данной модели, с данными, полученными из других источников
Консеквентная верификация	Верификация результатов моделирования путем аналитического или логического вывода прогноза из ранее полученных прогнозов
Верификация оппонентом	Верификация путем опровержения критических замечаний оппонента по прогнозу
Верификация экспертом	Сравнение результатов прогноза с мнением эксперта
Инверсная верификация	Проверка адекватности прогнозных модели и объекта в ретроспективном периоде
Частичная целевая верификация	Построение условных подмоделей, эквивалентных полной модели, в типовых для проектируемой системы ситуациях
Структурная верификация	Сопоставление структур без экспериментальной проверки сопоставления в целом

Для измерения точности прогнозирования можно использовать любой коэффициент парной корреляции между последовательностями прогнозных и фактических значений. Классический критерий точности прогнозирования - коэффициент корреляции Пирсона.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P}) \cdot (F_i - \bar{F})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F})^2}} \quad (3.1)$$

Максимальное значение критерия  $r = 1$  достигается при наличии линейной связи между  $P$  и  $F$ , т.е. когда существуют такие  $a_0$  и  $a_1 > 0$ , что  $P = a_0 + a_1 F$ .

Следует заметить, что при  $a_0 = 0$  и  $a_1 = 1$  прогноз не будет совершенным, хотя корреляция полная и положительная. Однако только при



$P = F$  коэффициент корреляции может характеризовать совершенный прогноз.

Коэффициент ранговой корреляции Спирмана также может быть использован в качестве измерителя точности прогнозирования. Для этого вычисляются ранги  $\{x\}$  и  $\{y\}$  элементов соответствующих последовательностей  $\{P_i\}$  и  $\{F_i\}$ . Очевидно, что

$$\sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i = \frac{n \cdot (n+1)}{2} . \quad (3.2)$$

Если несколько элементов из  $P_i$  или  $F_i$  имеют одинаковые ранги, то им определяется ранг, равный среднему арифметическому значений мест элементов в данной ранжировке. В этом случае последнее соотношение останется верным.

Затем вычисляются корректирующие множители для связей соответственно для последовательностей  $x_i$  и  $y_i$  :

$$T_x = \sum_i \frac{(t_i^3 - t_i)}{12}, \quad T_y = \sum_i \frac{(l_i^3 - l_i)}{12} \quad (3.3)$$

где  $t$  и  $l$  , равно числу повторений  $i$ -го ранга в соответствующих последовательностях.

Вычисляют сумму квадратов разностей рангов

$$z = \sum_i (x_i - y_i)^2 \quad (3.4)$$

Если значение  $T_x$  или  $T_y$  равно нулю, то коэффициент ранговой корреляции Спирмана равен:

$$\rho = 1 - \frac{6z}{n(n^2 - 1)} . \quad (3.5)$$

Коэффициент ранговой корреляции  $\rho$  позволяет характеризовать качественную сторону последовательности прогнозов  $\{P_i\}$  и  $\{F_i\}$ , а именно способность предсказывать точки поворота. Коэффициент ранговой корреляции можно рассматривать как дополнительный измеритель точности прогнозирования при  $P_i = F_i$  и  $\rho$  , близким к 1, так как критерий  $\rho$  инвариантен относительно линейной вариации, причем если  $\rho = 1$  прогноз

может быть далеко не совершенным, так как для этого достаточно лишь совпадения рангов.

В качестве измерителей точности прогнозирования могут быть использованы и другие коэффициенты парной корреляции, например коэффициент ранговой корреляции Кендалла. Однако для характеристики коэффициентов парной корреляции как некоторого класса измерителей точности прогнозирования достаточно провести анализ этих двух наиболее часто используемых коэффициентов, чтобы выделить общие для этого класса свойства. Во-первых, инвариантность относительно линейной вариации, а во-вторых, полная корреляция еще не определяют совершенный прогноз. Еще одним важным свойством коэффициентов парной корреляции является возможность проверки их на значимость, так как определены соответствующие законы распределения этих статистик. Например, для коэффициента ранговой корреляции Спирмана значимость проверяется с  $k = n - 2$  степенями свободы по следующей  $t$ -статистике:

$$t_{\rho} = \rho \cdot \sqrt{\frac{(n-2)}{(1-\rho^2)}}. \quad (3.6)$$

Наиболее распространенными оценками точности прогнозирования также являются средняя ошибка аппроксимации

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|P_i - F_i|}{F_i} \cdot 100(\%) \quad (3.7)$$

и средняя квадратическая ошибка прогнозов

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - F_i)^2}. \quad (3.8)$$

Точность прогнозирования тем выше, чем меньше значения  $\varepsilon$  или  $S$  соответственно. Совершенный прогноз достигается при  $\varepsilon = S = 0$ .

Одним из исследователей проблем экономического прогнозирования, Г. Тейлом [35], предложен в качестве меры качества прогнозов коэффициент расхождения  $V$  (или коэффициент несоответствия), числителем которого является среднеквадратическая ошибка прогноза, а зна-

менатель равен квадратному корню из среднего квадрата реализации:

$$V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - F_i)^2}{\sum_{i=1}^n F_i^2}} \quad (3.9)$$

Если  $V = 0$ , то прогноз абсолютно точен (случай «идеального» прогнозирования). Если  $V = 1$ , то это означает, что прогноз близок к простой (и наивной) экстраполяции. Если  $V > 1$ , то прогноз дает худший результат, чем предположение о неизменности тенденций исследуемого явления.

Коэффициент расхождения может быть использован при сопоставлении качества прогнозов, получаемых на основе различных методов и моделей. В этом его несомненное достоинство. Величина  $V$  поддается разложению на составляющие (частные коэффициенты расхождения), характеризующие влияние ряда факторов (это достигается разложением числителя, представляющего собой средний квадрат ошибки прогноза).

В некоторых случаях особое значение имеют распознающие способности моделей прогнозирования, особенно при краткосрочном прогнозировании. Например, при прогнозировании выполнения месячных планов предприятий отрасли по особо учитываемой номенклатуре в начале месяца, в первую очередь, интерес представляет более точная оценка возможности выполнения плана, чем прогнозная информация о величине отклонения от плана. В этом случае целесообразно использовать следующую меру точности прогнозирования:

$$\varepsilon = \frac{q}{q + p} \quad (3.10)$$

где  $q$  - число подтвержденных прогнозов;  
 $p$  - число неподтвержденных прогнозов.

Если  $\varepsilon = 1$ , то имеет место случай «идеального» прогнозирования.

Таким образом, измерители точности прогнозирования по отношению к инвариантности относительно линейной вариации делятся на инвариантные и не инвариантные. Инвариантные измерители ( $S$  и коэффициенты парной корреляции  $r_{xy}$ ), хотя и не позволяют сравнивать точность прогнозирования различных процессов, могут использоваться для определения точности прогнозирования различных последовательно-

стей прогнозных значений  $\{P_i\}$  при фиксированной последовательности  $\{F_i\}$ .

Например, подобная ситуация возникает при моделировании, когда необходимо выбирать между несколькими моделями прогнозирования, генерирующими соответствующие последовательности  $\{F_i\}$ . Инвариантные измерители могут быть проверены на статистическую значимость, то есть с определенной доверительной вероятностью конкретное значение измерителя является обоснованным. Однако особый интерес при построении моделей прогнозирования имеет критерий Г. Тейла, так как позволяет определить, в чем состоит расхождение: имеет место дрейф среднего или дрейф дисперсии.

С другой стороны, критерий  $V$  не является инвариантным, и есть возможность оценивать применимость модели для совокупности различных прогнозируемых процессов в целом. Например, для прогнозирования по одной модели поведения отдельных предприятий или отрасли в целом.

Средняя ошибка аппроксимации  $\varepsilon$  является наиболее наглядным измерителем точности прогнозирования, что вместе с неинвариантностью приводит к тому, что требование к точности задач прогнозирования формулируется по этому критерию.

Определить точность точечного прогноза по данным формулам можно при ретроспективности прогнозирования, когда апробируется модель, а также для прогнозов с малым периодом упреждения (краткосрочные прогнозы).

Точность и надежность прогнозов - распространенные в прогностической литературе термины, и смысл их вполне очевиден. Однако содержание этих терминов часто толкуется достаточно субъективно. Нередки случаи, когда одно понятие подменяется другим ввиду отсутствия строгого определения данных категорий [44].

О точности прогноза можно судить по величине погрешности (ошибки) прогноза - разности между прогнозируемым и фактическим значением (реализацией) исследуемой переменной. Однако такой подход к оценке точности возможен только в двух случаях. Во-первых, когда период упреждения уже закончился и исследователь имеет фактические значения переменной. При краткосрочном прогнозировании это вполне реально. Во-вторых, когда прогноз разрабатывается ретроспективно, то есть прогнозирование осуществляется для некоторого момента времени в прошлом, для которого уже имеются фактические данные.

Так поступают в тех случаях, когда проверяется разработанная методика прогноза. При этом имеющаяся информация делится на две части. Одна из них, охватывающая более ранние данные, служит для оценивания параметров прогностической модели, а более поздние данные рассматриваются как реализации соответствующих прогностических оценок. Полученные ретроспективно ошибки прогноза в какой-то мере характеризуют точность примененной методики прогнозирования и могут оказаться полезными при сопоставлении нескольких методов [25].

В то же время величину ошибки ретроспективного прогноза нельзя рассматривать как окончательное доказательство пригодности или, наоборот, непригодности применяемого метода прогнозирования. К ней следует относиться с известной осторожностью и при ее применении в качестве меры точности необходимо учитывать, что она получена при использовании лишь части имеющихся данных. Однако эта мера точности обладает большей наглядностью и уж во всяком случае, более надежна, чем погрешность прогноза, исчисленная для периода, характеристики которого уже были использованы при оценивании параметров модели.

В последнем случае погрешности, как правило, будут незначительны и мало зависимы от теоретической обоснованности примененной для прогнозирования модели. Тогда точность прогнозов будет преувеличенной и в известном смысле иллюзорной.

Если для ретроспективного прогнозирования применяется модель, содержащая одну или несколько экзогенных переменных, то точность прогноза будет в значительной мере зависеть от того, насколько точно определены значения этих переменных на период упреждения. При этом возможны два пути: воспользоваться фактическими значениями экзогенных переменных (так называемый прогноз «ex post») и ожидаемыми их значениями (так называемый прогноз «ex ante»). Естественно, что точность прогноза «ex post» будет выше, чем прогноза «ex ante», так как в первом случае будет исключено искажающее влияние погрешности в значении экзогенных переменных [25].

О степени погрешности прогноза можно судить по относительной ошибке - отношению абсолютной погрешности прогноза к ожидаемому (или фактическому) значению признака. Проверка точности единичного прогноза, как правило, мало, что может сказать исследователю.

В самом деле, на формирование исследуемого явления влияет множество разнообразных факторов, поэтому полное совпадение или значительное расхождение прогноза и его реализации может быть просто следствием стечения особо благоприятных (или неблагоприятных) обстоятельств.

Хороший единичный прогноз может быть получен и при плохой модели, и наоборот. Отсюда следует, что о качестве прогнозов применяемых методик и моделей можно судить лишь по совокупности сопоставлений прогнозов и их реализации.

Такие меры качества, несомненно, представляют ценность при изучении различных методик и методов прогнозирования. Однако в практической работе проблему точности прогноза надо решать тогда, когда период упреждения еще не прошел и истинное значение прогнозируемой переменной неизвестно. В этом случае проблема точности может рассматриваться в плане сопоставления априорных качеств, свойств, присущих альтернативным прогностическим моделям.

Если прогнозирование осуществляется статистическими методами, то, вероятно, понятие точности прогноза можно сделать более узким, связав априорную точность прогноза с размером доверительного интервала. Модель, дающая более узкий доверительный интервал при одной и той же доверительной вероятности, и является более точной (при этом теоретическая обоснованность сравниваемых моделей является примерно равной).

Очевидно, что надежность прогноза определяется вероятностью наступления прогнозируемого события, - т. е. реализации соответствующей прогностической оценки. Чем она выше, тем выше надежность. Вероятность реализации может быть оценена субъективно (экспертное прогнозирование) или может быть связана с доверительными интервалами прогноза, если последний основывается на статистической модели.

Рассмотренные понятия априорной точности и надежности прогнозов, связанные с доверительными интервалами, являются в значительной мере условными показателями. Они могут использоваться в практической работе лишь при условии, что принятая для получения прогнозов модель имеет серьезное теоретическое обоснование и спецификация модели корректна. В противном случае полученные доверительные интервалы лишь создают иллюзию точности.

Практика разработки экономических прогнозов опирается на целую систему методов, среди которых статистические методы прогнозирования занимают важное место.

Решающую роль при статистическом подходе к прогнозированию играет выбор соответствующей модели, которая, будучи наполненной числовыми параметрами, становится непосредственным инструментом прогнозирования - так называемым предиктором. Располагая предиктором, можно получить варианты прогноза, отвечающие определенным условиям и гипотезам, учтенным при его построении. Вместе с тем необходимо помнить, что механическое использование предиктора может стать причиной серьезных погрешностей.

Экономическое прогнозирование слишком ответственное дело, для того чтобы можно было ограничиться одними формальными построениями и расчетами. Цель модели - не заменить суждения и опыт специалиста, а дать ему в руки инструмент, позволяющий более глубоко проникнуть в существо исследуемых явлений, инструмент, в котором специфическим образом обобщена и приведена в систему разнообразная статистическая информация. Получаемые на основе предикторов прогнозы имеют смысл только в рамках тех условий, гипотез и предположений, которые были учтены при разработке соответствующих статистических моделей и при их применении для прогнозирования. Таким образом, разработка и применение моделей в прогностических целях предполагают углубленный экономический и экономико-статистический анализ.

## 4. СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

### 4.1. Организация разработки экономического прогноза

Организация работ по прогнозированию на предприятии представляет собой комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленных на создание условий полезного эффекта и элементов совокупных затрат с целью подготовки информации для принятия оперативных и стратегических решений. При этом основными задачами организации работ для прогнозирования являются:

- сбор и систематизация необходимой информации;
- подготовка специалистов, владеющих основными приемами и методами прогнозирования;
- формирование и организация функционирования рабочих органов программирования, интегрированных с существующими службами управления.

Рациональная организация работ по прогнозированию должна обеспечивать оперативное получение вариантов качественных характеристик изучаемого объекта, тенденций его изменения, а также сокращение средств и трудозатрат на проведение прогнозирования. Выполнение этих требований возможно при соблюдении определенных принципов организации работ по прогнозированию, представленных в таблице 4.1 [25].

Для реализации всех перечисленных принципов в хозяйственной структуре должно существовать специализированное подразделение, работу в котором должен координировать и возглавлять один из высших руководителей, так как в противном случае эта работа «затухает» и оказывается недостаточно эффективной.

При решении организационных вопросов необходимо установить, будет ли весь прогнозный расчет выполняться штатными сотрудниками или будет принято решение по привлечению специализированной консалтинговой организации.

При разработке долгосрочных и среднесрочных стратегических прогнозов в ряде случаев целесообразно привлекать внешних консультантов. Для такого привлечения существует ряд аргументов:

Во-первых, прогнозирование требует профессионализма: специалист лучше владеет сложной методологией исследования, включающей разнообразные методы.



Таблица 4.1

Принципы организации работ по прогнозированию

Принцип	Содержание
Адресность	Выполнение прогнозов для строго определенного заказчика
Параллельность	Использование для сокращения времени сбора и обработки информации и выполнения прогнозирования
Непрерывность	Систематический сбор и обработка поступающей информации и внесение корректив в прогноз
Прямоточность	Строго целесообразная передача информации от одного исполнителя к другому по кратчайшему пути
Автоматичность	Сокращение времени и затрат на сбор и обработку исходных данных и выполнение прогнозирования
Адекватность	Оценка вероятности реализации выявленной тенденции
Управляемость	Применение количественных оценок показателей качества и затрат, экономико-математических методов и моделей
Альтернативность	Вероятностный характер прогнозирования, формирование альтернатив развития в зависимости от поставленных целей
Адаптивность	Изучение и максимальное использование факторов внешней и внутренней среды объекта прогнозирования, приспособление методов и параметров прогнозирования к этим факторам, к конкретной ситуации

Во-вторых, выполняя прогнозные работы в различных областях деятельности, консультант лучше ощущает связи между элементами целого, поэтому он может лучше реализовать системный подход как основу прогнозирования.

В-третьих, не являясь штатным сотрудником, внешний консультант больше заинтересован в объективности и эффективности прогноза и более объективен, так как не зависит от мнений других членов и руководителей хозяйственной структуры (с чем вынужден считаться штатный сотрудник).

Привлечение консультантов-экспертов при разработке прогнозов обосновано на стадии сценарного прогнозирования, где требуется большое число экспертных оценок, аналитических расчетов.

Если же принято решение о прогнозировании силами штатных сотрудников, то руководитель должен определить:

- перечень и характер участия подразделений в этой работе;
- методику, формы, сроки выполнения работы;
- ответственных за выполнение различных операций;
- порядок принятия и реализации прогноза.

Структура прогноза обусловлена сроками, на которые он разрабатывается, а также основными направлениями научно-технического прогресса, которые зависят от «срока жизни» тенденций, сложившихся в период, предшествующий их разработке. Чем более устойчивый характер имеют тенденции, тем шире может быть горизонт прогнозирования.

Прогноз является предплановым документом предприятия и поэтому его внедрение на практике означает разработку научно обоснованного, оптимального плана повышения эффективности производства на основе использования вариантов прогноза показателей качества и затрат на его достижение.

Таким образом, на практике имеет место прогнозный цикл [25] (рис. 4.1), включающий осознание проблемы, определение цели прогнозирования, критериев оценки прогноза, прогнозирование и принятие решений на основе прогноза, распределение ресурсов, мотивацию участников процесса, практическую реализацию прогноза, контроль и оценку результатов [11].

Общая логическая последовательность важнейших операций разработки прогноза сводится к следующим основным этапам:

- предпрогнозная ориентация (программа исследования), уточнение задания на прогноз: характер, масштабы, объект, периоды обоснования и упреждения и т.д.;
- формулирование общей цели, декомпозиция целей;
- анализ объекта прогнозирования и среды, динамических рядов показателей;
- разработка сценария развития среды и определение прогнозного горизонта;
- разработка типового представления объекта прогнозирования;
- построение серии гипотетических (предварительных) поисковых или нормативных моделей прогнозируемого объекта;

проведение прогнозного моделирования;  
 оценка достоверности и точности, а также обоснованности (верификации) прогноза;  
 анализ результатов прогнозирования;  
 выработка по результатам анализа рекомендаций для принятия решений в сфере управления;  
 экспертное обсуждение прогноза (экспертиза) и рекомендаций, их доработка с учетом замечаний экспертов.



Рис. 4.1. Вариант структурной схемы цикла прогнозирования

Структура прогноза обусловлена сроками, на которые он разрабатывается, а также основными направлениями научно-технического прогресса, которые зависят от «срока жизни» тенденций, сложившихся в период, предшествующий их разработке. Чем более устойчивый характер имеют тенденции, тем шире может быть горизонт прогнозирования.

## 4.2. Система прогнозов и планов предприятия

В условиях относительно стабильной внешней среды на предприятии может использоваться стандартная система прогнозов и планов (рис. 4.2).

Годовой план производственного предприятия обычно составляется в виде комплексной программы производственной, финансовой и хозяйственной деятельности. Он состоит из следующих взаимосвязанных разделов:

- план маркетинга; производственная программа; техническое развитие и организация производства; повышение экономической эффективности производства;

- нормы и нормативы; капитальные вложения и капитальное строительство; материально-техническое обеспечение;

- труд и кадры;

- себестоимость, прибыль и рентабельность производства;

- фонды экономического стимулирования; финансовый план;

- план охраны природы и рационального использования природных ресурсов;

- социальное развитие коллектива.

Нетрудно видеть, что прогнозы занимают ведущее (исходное) положение во всей системе прогнозов и планов предприятия (фирмы). По существу между прогнозом (предвидением будущего) и планом нет резкой границы. Можно сказать, что прогноз — недостаточно определенный план, а план — это уточненный прогноз. Наиболее существенным отличием плана от прогноза является наличие в плане элементов выбора, принятия решений и мероприятий по осуществлению этих решений [2,25,27].

Как показано на рис. 4.1, основными объектами прогнозирования на уровне предприятия (фирмы) являются: потребность в продукции предприятия; потребности предприятия в производственных ресурсах (материальных, финансовых, трудовых, информационных).

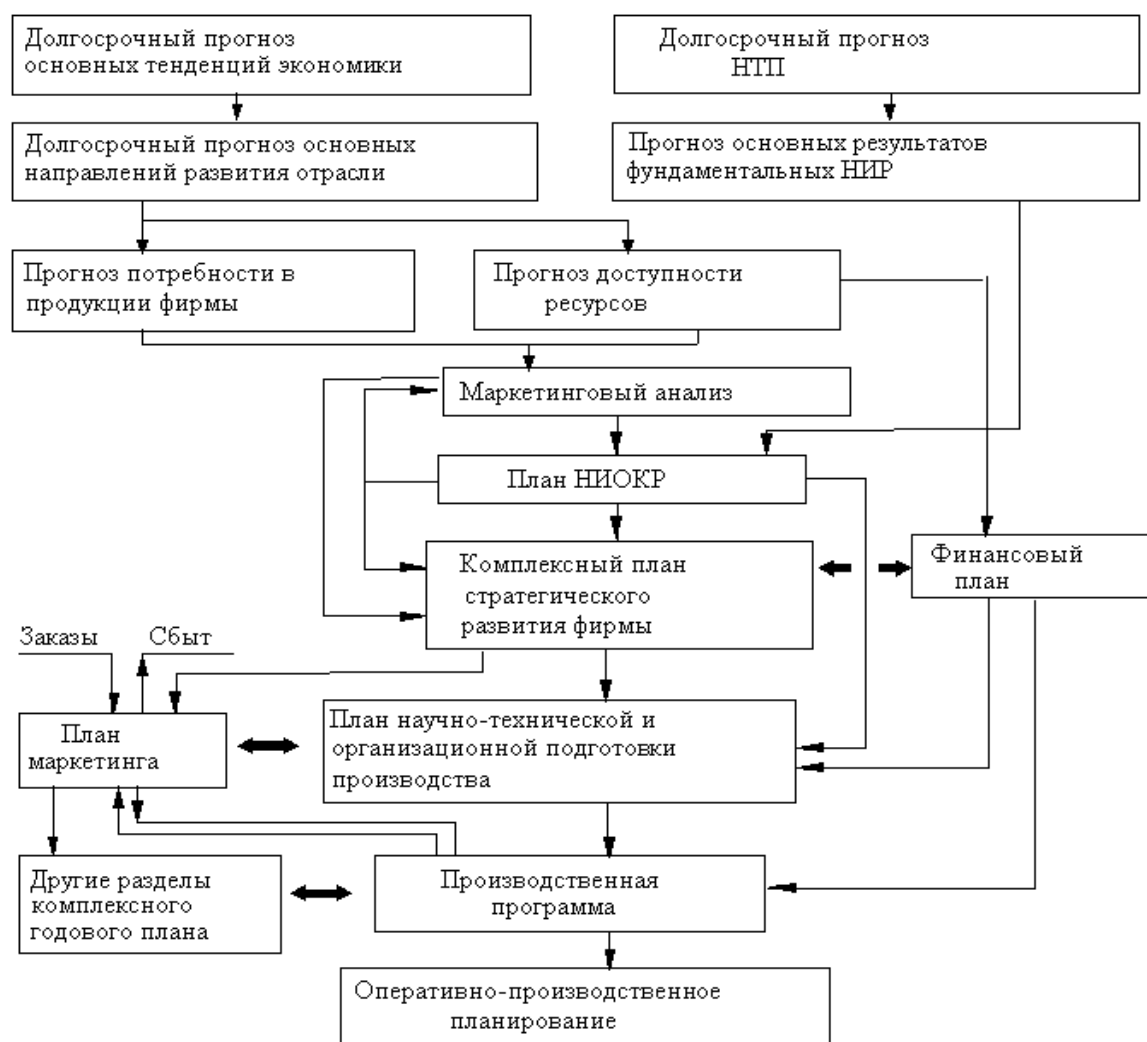


Рис. 4.2. Система прогнозов и планов предприятия

Таким образом, прогноз является предплановым документом и поэтому его внедрение на практике означает разработку научно обоснованного оптимального плана повышения эффективности производства. Прогнозные разработки предприятий являются неотъемлемой составной частью комплексных целевых программ.

### 4.3. Место планирования в управлении и принятии решения

Планирование — это целенаправленная деятельность государства, органов управления, хозяйствующих субъектов по разработке перспектив социально-экономического развития страны, регионов, отраслей и предприятий всех форм собственности.

На протяжении более тридцати последних лет, когда рыночные отношения стали реальностью, пришло понимание того, что план и рынок — это отнюдь не антиподы, а взаимодополняющие элементы экономической системы. Управление социально-экономическим развитием на основе денежно-кредитной, налоговой, таможенной политики без сбалансированных общегосударственных планов себя не оправдывает [25].

Круг объектов, подлежащих государственному планированию, достаточно широк. Прежде всего — это структура общественного производства. На пропорции и структурные сдвиги которого может влиять функционирование рынка, и государству безразлично, как складываются пропорции. Далее — социальная сфера. Главное здесь — предвидение влияния будущего развития экономики на жизнь разных социальных групп населения, выявление негативных сторон этого влияния и определение мер по защите нуждающихся.

Различают директивное и индикативное государственное планирование. Директивность планирования проявляется в наделении планов силой обязательного для всех исполнителей документа. Из директивности планирования вытекает требование строгого соблюдения плановой дисциплины, ответственности предприятий, хозяйственных органов, должностных лиц за невыполнение заданий.

Директивное планирование обеспечивает контроль за производством и распределением ресурсов из единого экономического центра. Каждый поставщик привязывается к своему потребителю, и каждый потребитель знает, кто ему поставит сырье, полуфабрикаты, комплектующие изделия. Хозяйствующий субъект не может самостоятельно решать, что, как и когда производить, кому и по какой цене продавать.

С переходом к рыночной экономике развивается индикативное планирование как способ сознательного, целенаправленного управления социально-экономическими процессами в государственном, а также и в негосударственном секторах. Оно призвано обеспечить решение многих вопросов социально-экономического развития, осуществление которых только рыночными методами невозможно или затруднено. Индикативные планы органично и взаимосвязано соединяют в едином документе концепции социально-экономического развития; прогнозы функционирования экономики; государственные программы; экономические регуляторы.

В качестве индикаторов социально-экономического развития используются показатели, характеризующие динамику, структуру и эффективность экономики; состояние финансово-кредитной системы и

денежного обращения; состояние рынка товаров и ценных бумаг, валютного рынка; движение цен; занятость, уровень жизни населения.

Взаимоувязанная и сбалансированная система показателей дополняется мерами государственного воздействия, в числе которых используются бюджетные средства, нормы амортизации, процент за кредит, налоги, таможенные пошлины, лицензии и квоты, государственные заказы и др.

Индикативное планирование является основным методом воздействия на функционирование рыночной экономики. Оно призвано обеспечить решение многих вопросов социально-экономического развития, осуществление которых только рыночными методами невозможно или затруднено. Это форма взаимодействия всех звеньев системы федеральных органов управления, как между собой, так и с региональными органами.

Индикативные планы органично и взаимосвязано соединяют в едином документе концепции социально-экономического развития; прогнозы функционирования экономики; государственные программы; экономические регуляторы.

Планирование на предприятии заключается в систематическом поиске возможностей действовать и в прогнозировании последствий этих действий в заданных условиях.

Планирование можно классифицировать по нескольким критериям:

- по степени охвата (общее и частичное);
- содержанию в аспекте предпринимательской деятельности (стратегическое — поиск новых возможностей и продуктов, тактическое — предпосылки для известных возможностей и продуктов, оперативное — реализация данной возможности);
- предмету (объекту) планирования (целевое, средств — потенциал, оборудование, материалы, финансы, информация, программное, действий);
- сферам функционирования (производство, маркетинг, НИОКР, финансы);
- охвату (глобальное, контурное, макровеличин, детальное);
- срокам (кратко-, средне-, долгосрочное); жесткое и гибкое.

Критерии выбора формы планирования (принципы планирования):

- полнота (требуется учесть все);
- детализация (глубина ее определяется целью планирования);
- точность; простота и ясность; непрерывность;

эластичность и гибкость (использование плановых резервов, учет множественности возможных альтернатив, отсрочка деталей планирования до выяснения обстановки, вариантность);

выравнивание при планировании (учет "узких мест");

экономичность.

При оценке экономичности планирования следует учесть его полезность (что обычно трудно) и затраты на планирование.

Подход менеджмента к планированию может быть осуществлен постановкой критериев и задач планирования, определением средств планирования, методов согласования планов, направлений и методов планирования.

Следует четко определить:

объект планирования (что планируется);

субъект планирования (кто планирует);

период (горизонт) планирования (на какой срок);

средства планирования (в т.ч. ЭВМ);

методику планирования (как планировать);

согласование планов (каких, с кем и на каких условиях).

Планирование различают:

последовательное планирование (новый план составляется по истечении срока действия предыдущего);

скользящее планирование (по истечении части срока действия предыдущего плана производится его ревизия на оставшийся период и составляется новый на период после окончания всего срока предыдущего и т.д.);

жесткое планирование (конкретно указываются все цели и мероприятия);

гибкое планирование (учитывается возможность возникновения неоднозначных условий и пересмотра плана с их учетом).

В принципе любая фирма имеет иерархию планов. В ряду соподчиненности можно различить следующие виды планирования:

общее (долгосрочное основополагающее, концепция фирмы);

стратегическое (долгосрочное развитие фирмы, сфер быта, производства, НИОКР, персонала);

тактическое (условий хозяйственных операций - производственных мощностей, средств производства, капиталов, инвестиций, персонала и т.д.);

оперативное планирование (конкретных действий на краткосрочный период).

Основными признаками стратегического планирования являются:



цель планирования - долгосрочное обеспечение существования и выполнения основной цели фирмы;

носитель идеи планирования - высший менеджмент;

проблемы планирования - отсутствие надежности и структурирования; горизонт планирования - долгосрочное;

охват - глобальный, широкий спектр альтернатив;

принципы - изменение окружающей обстановки (контролируемые факторы).

Обычно важнейшие вопросы планирования - рынки сбыта.

Это планирование включает: выработку стратегии; стратегическое планирование производственной программы; планирование развития потенциала; планирование развития структуры потенциала.

Тактическое планирование осуществляется на основе стратегического и является ядром осуществления стратегических планов (горизонт 1-5 лет), касается в первую очередь финансирования, инвестиций, средних сроков сбыта, МТС, персонала.

Отличительными чертами оперативного планирования являются: носитель идей планирования - средние и низшие уровни менеджмента; задача планирования - обеспечение относительной надежности и относительного структурирования; горизонт; глубина; диапазон; основа; короткие и средние сроки; детализация планов; ограниченный спектр альтернатив; созданный потенциал.

Оперативным планированием охватываются отдельные функциональные области предприятия. При этом решается множество различных проблем, основными из них являются:

особенности исходного состояния (т.к. проблемы планирования плохо структурированы, их тяжело определить и измерить);

особенности конечного состояния (характер влияния на цели и ресурсы при планировании не определен, и проявит себя только в будущем; множественность целей);

проблемы альтернатив (имеется неопределенность в отношении имеющихся альтернатив, поиск других требует времени и средств);

проблемы инструментария (выбор наиболее оптимального);

большое число лиц, участвующих в планировании;

ответственность лиц принимающих решение (ЛПР принимает на себя ответственность, план же составляют другие);

проблема контроля (в ходе составления, выполнения и корректировки).

#### 4.4. Роль нормативов в планировании

Неотъемлемой частью планирования на предприятии являются нормы и нормативы. Под нормой понимается научно обоснованная мера затрат живого или общественного труда на изготовление единицы продукции или выполнение заданного объема работ. Норматив характеризует степень использования ресурса на единицу измерения продукции или работы (на единицу площади, веса и т.д.) [25].

Различают следующие нормы (нормативы):

- затрат живого труда;
- расхода предметов труда (сырья, материалов, топлива и т.д.);
- использования орудий труда (машин, оборудования и т.д.);
- движения (организации) производства (длительности производственного цикла, времени опережения и т.д.);
- издержек производства; социально-экономические и т.д.

Совокупность норм и нормативов представляет собою основу для текущего и перспективного внутрифирменного планирования. На базе этих норм формируются балансы потребления материальных ресурсов, энергобалансы и т.д. По степени детализации различают нормы специфицированные и сводные. По методу разработки: расчетно-аналитические; опытные; опытно-статистические.

Нормативный метод применяется для расчета и прогнозных и плановых показателей. Нормы и нормативы разрабатываются заранее на законодательной или ведомственной основе. Норма — это максимально допустимая величина. Норматив — соотношение элементов производственного процесса (составляющая нормы).

В прогнозировании используются более обобщенные, а в планировании более конкретные нормы. Нормы закладываются практически во все сколько-нибудь значимые показатели. Более того, доведение норм и нормативов заменяет установление абсолютных показателей, т. е. объемов.

Нормы и нормативы подразделяются на ресурсные, экономические, социальные. При необходимости они конкретизируются и дифференцируются по отдельным направлениям, объектам, регионам. Например, используются нормативы:

- эффективности общественного производства — национальный доход в расчете на 1 чел., на 100 руб. фондов;

социального развития — потребление на душу населения, площадь жилья, количество коек в расчете на население, прожиточный минимум и др.;

капитальных вложений — удельные показатели;

использования мощностей;

труда и оплаты труда;

расхода сырья и материалов;

финансовые — амортизация, уровень доходности, обязательные платежи и др.;

охраны окружающей среды — расход воды, чистота воздуха и др.

Наличие норм и нормативов позволяет определять прогнозные и плановые показатели на основе прямого счета. Например, при известных объемах спроса легко определяется производственная программа по нормативам расхода ресурсов на единицу продукции.

С помощью нормативов регулируются как рыночная, так и внерыночная, в основном непроизводственная, сферы.

В рыночной сфере применяются нормативы налоговых и других обязательных платежей и отчислений, резервных фондов, резервные требования, требования по минимальной величине уставного капитала коммерческих банков, продолжительность рабочего дня, недели, отпуска и др.

В непроизводственной сфере используются нормативы по минимальной пенсии, расходов на образование, здравоохранение, жилищно-коммунальное обслуживание и другие, обеспечиваемые за счет федерального или местных бюджетов.

Разновидностью нормативов являются стандарты и лимиты.

Например, установлены федеральные стандарты предельной стоимости оплаты жилья и коммунальных услуг.

Они используются в планировании финансовой помощи субъектам РФ, оказываемой из федерального бюджета, минимального размера средств бюджета муниципального образования, направляемых на покрытие расходов предприятий и организаций жилищно-коммунального хозяйства.

Федеральными органами исполнительной власти устанавливаются лимиты (объемы в натуральном и стоимостном выражении) потребления топливно-энергетических ресурсов предприятиями и организациями бюджетной сферы.

Вводятся также в виде нормативов пороговые значения экономической безопасности.

Вся совокупность норм и нормативов образует нормативное хозяйство предприятия (фирмы), которое вводится в АСУ и используется для оперативного планирования и управления производством, планирования всех видов деятельности предприятия и организации подготовки производства. Например, при планировании МТС используют удельные затраты материалов на единицу готовой продукции.

Норма расхода материала включает: полезный расход материала; дополнительные затраты, вызванные технологическим процессом; затраты, не связанные с технологическим процессом (например, из-за некратности длины при раскрое, боя, утечки и т.д.). Устанавливаются также нормы текущего, страхового запаса и их суммы (складского запаса).

Важным показателем является коэффициент использования материала (отношение чистой массы изделия к норме расхода).

Норма запаса материалов служит для установления потребного запаса на планируемый период с учетом порядка их поступления от поставщиков, размеры складских помещений, допустимого расхода оборотных средств для создания материальных запасов.

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИПОВЫХ ПРОГНОЗОВ

### 5.1. Использование регрессионного анализа

Для проведения регрессионного анализа при прогножном экстраполировании с использованием трендовой модели необходимо:

- 1) построить график исходных данных и попытаться зрительно, приближенно определить характер зависимости;
- 2) выбрать вид функции регрессии, которая может описывать связь исходных данных;
- 3) определить численные коэффициенты функции регрессии;
- 4) оценить силу найденной регрессионной зависимости на основе коэффициента детерминации  $r^2$ ;
- 5) сделать прогноз (при  $r^2 \geq 75\%$ ) или сделать вывод о невозможности прогнозирования с помощью найденной регрессионной зависимости. При этом не рекомендуется использовать модель регрессии для тех значений независимого параметра  $X$ , которые не принадлежат интервалу, заданному в исходных данных.

Основная задача регрессионного анализа – оценка тесноты (силы) корреляционной связи [46]. Теснота корреляционной зависимости  $Y$  от  $X$  оценивается по величине рассеяния значений параметра  $Y$  вокруг условного среднего  $\hat{y}_x$ . Большое рассеяние говорит о слабой зависимости  $Y$  от  $X$ , либо об ее отсутствии и, наоборот, малое рассеяние указывает на наличие достаточно сильной зависимости.

Коэффициент детерминации  $r^2$  показывает, на сколько процентов ( $r^2 \times 100\%$ ) найденная функция регрессии описывает связь между исходными значениями параметров  $X$  и  $Y$

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^p - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (5.1)$$

где  $(y_i^p - \bar{y})^2$  - объясненная вариация;  
 $(y_i - \bar{y})^2$  - общая вариация.

Соответственно, величина  $(1 - r^2) \times 100\%$  показывает, сколько процентов вариации параметра  $Y$  обусловлены факторами, не включенными в регрессионную модель. При высоком ( $r^2 \geq 75\%$ ) значении коэффициента детерминации можно делать прогноз  $y^* = f(x^*)$  для конкретного значения  $x^*$ .

### Линейная регрессия

Коэффициенты линейной регрессии  $y = a_0 + a_1x$  вычисляются по следующим формулам (все суммы берутся по  $n$  парам исходных данных) :

$$a_0 = \frac{1}{n} (\sum y_i - a_1 \sum x_i), \quad (5.2)$$

$$a_1 = \frac{n(\sum y_i x_i) - \sum y_i \sum x_i}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}. \quad (5.3)$$

Для удобства вычислений используют вспомогательную таблицу, в которой рассчитываются необходимые суммы.

Таблица 5.1  
Вспомогательная таблица для линейной функции

Заголовки данных	$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$x_i y_i$	$y_i^p$	$(y_i^p - \bar{y})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
Промежуточные значения	...	...	...	...	...	...	...
Сумма ( $\sum_{i=1}^n$ ) по столбцу					—		

Рассмотрим на примере задачи № 1.

Некоторая фирма занимается поставками различных грузов на короткие расстояния внутри города. Перед менеджером стоит задача оценить стоимость таких услуг, зависящую от затрачиваемого на поставку времени. В качестве наиболее важного фактора, влияющего на время поставки, менеджер выбрал пройденное расстояние. Были собраны исходные данные о десяти поставках (поездках).

Таблица 5.2  
Исходные данные задачи №1

Расстояние, миль	3,5	2,4	4,9	4,2	3,0	1,3	1,0	3,0	1,5	4,1
Время, мин	16	13	19	18	12	11	8	14	9	16

Построим график исходных данных, определим по нему характер зависимости между расстоянием и затраченным временем, и проанализируем применимость метода наименьших квадратов, построим

уравнение регрессии, определим силу регрессионной связи и сделаем прогноз времени поездки на 2 мили.

Построим график по десяти поездкам (рис.5.1).

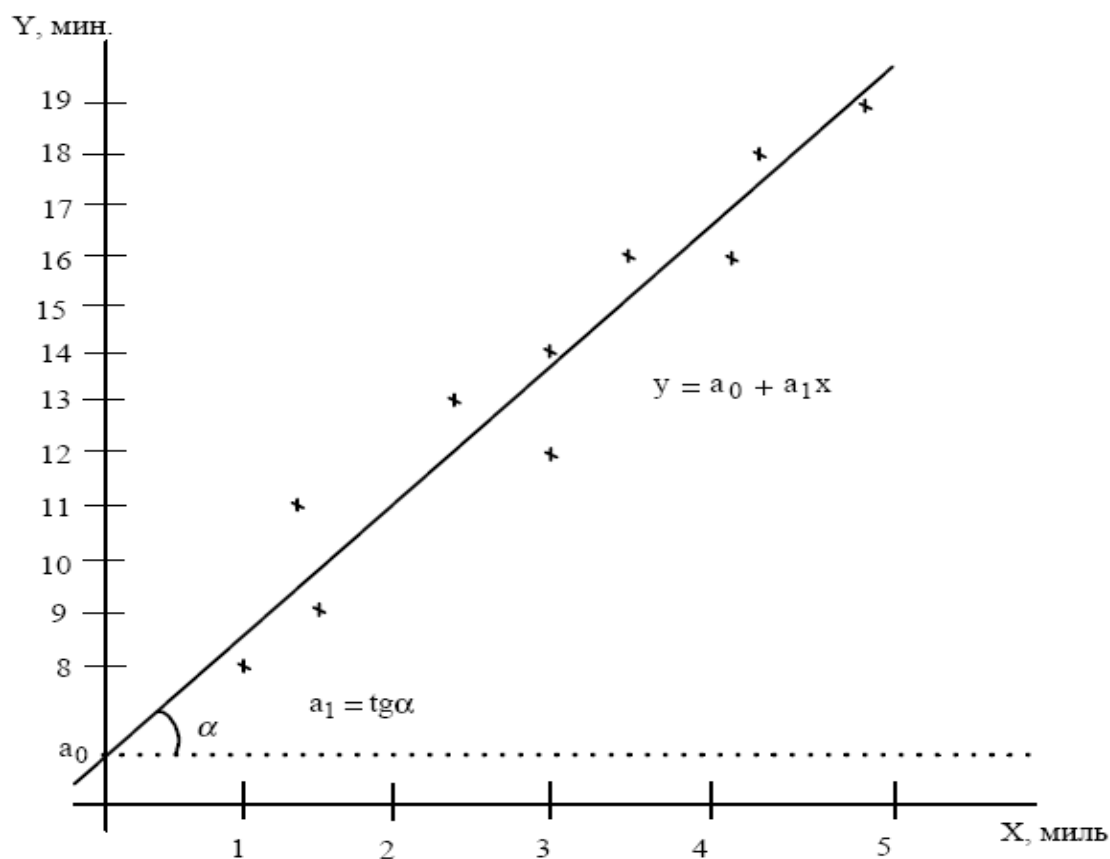


Рис. 5.1. График исходных данных задачи по десяти поездкам

Помимо расстояния на время поставки влияют пробки на дорогах, время суток, дорожные работы, погода, квалификация водителя, вид транспорта.

Построенные точки не находятся точно на линии, что обусловлено описанными выше факторами. Но эти точки собраны вокруг прямой линии, поэтому можно предположить линейную связь между параметрами. Все исходные точки равномерно распределены вдоль предполагаемой прямой линии, что позволяет применить метод наименьших квадратов.

Вычислим суммы, необходимые для расчета коэффициентов линейной регрессии, коэффициента детерминации с помощью таблицы 5.3.

Таблица 5.3

Вспомогательная таблица задачи №1

$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$x_i y_i$	$y_i^p$	$(y_i^p - \bar{y})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
3,5	16	12,25	56,00	15,223	2,634129	5,76
2,4	13	5,76	31,2	12,297	1,697809	0,36
4,9	19	24,01	93,1	18,947	28,59041	29,16
4,2	18	17,64	75,60	17,085	12,14523	19,36
3,0	12	9,00	36,00	13,893	0,085849	2,56
1,3	11	1,69	14,30	9,371	17,88444	6,76
1,0	8	1,00	8,00	8,573	25,27073	31,36
3,0	14	9,00	42,00	13,893	0,085849	0,16
1,5	9	2,25	13,50	9,903	13,66781	21,16
4,1	16	16,81	65,60	16,819	10,36196	5,76
$\Sigma=28,9$	$\Sigma=136$	$\Sigma=99,41$	$\Sigma=435,30$	–	112,4242	122,4

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{16+13+19+18+12+11+8+14+9+16}{10} = 13,6.$$

По формулам (5.2-5.3) вычислим коэффициенты линейной регрессии

$$a_0 = 0,1 \cdot (136 - 2,660 \cdot 28,9) = 5,913$$

$$a_1 = \frac{10 \cdot 435,30 - 136 \cdot 28,9}{10 \cdot 99,41 - 835,21} = 2,660$$

Таким образом, искомая регрессионная зависимость будет иметь вид

$$y^p = 5,913 + 2,660x. \quad (5.4)$$

Наклон линии регрессии  $a_1 = 2,66$  минут на милю – это количество минут, приходящееся на одну милю расстояния. Координата точки пересечения прямой с осью  $Y$   $a_0 = 5,913$  минут – это время, которое не зависит от пройденного расстояния, а обуславливается всеми остальными возможными факторами, явно не учтенными при анализе.

По формуле (5.1) вычислим коэффициент детерминации:

$$r^2 = \frac{112,424}{122,400} = 0,918 \text{ или } 91,8\%.$$



Таким образом, линейная модель объясняет 91,8% вариации времени доставки. Не объясняется  $100\% - 91,8\% = 8,2\%$  вариации времени поездки, которые обусловлены остальными факторами, влияющими на время поставки, но не включенными в линейную модель регрессии.

Поскольку коэффициент детерминации имеет достаточно высокое значение и расстояние  $x = 2$  мили, для которого надо сделать прогноз, находится в пределах диапазона исходных данных (см. табл. 5.2), то мы можем использовать полученное уравнение линейной регрессии (5.4) для прогнозирования

$$y^*(2) = 5,913 + 2,660 \cdot 2 = 11,2 \text{ (мин.)}$$

При прогнозах на расстояния, не входящие в диапазон исходных данных, нельзя гарантировать справедливость модели (5.4). Это объясняется тем, что связь между временем и расстоянием может изменяться по мере увеличения расстояния. На время дальних перевозок могут влиять новые факторы такие, как использование скоростных шоссе, остановки на отдых, обед и т.п.

Приблизительным, но самым простым и наглядным способом проверки удовлетворительности регрессионной модели является графическое представление точек отклонений (рис. 5.2).

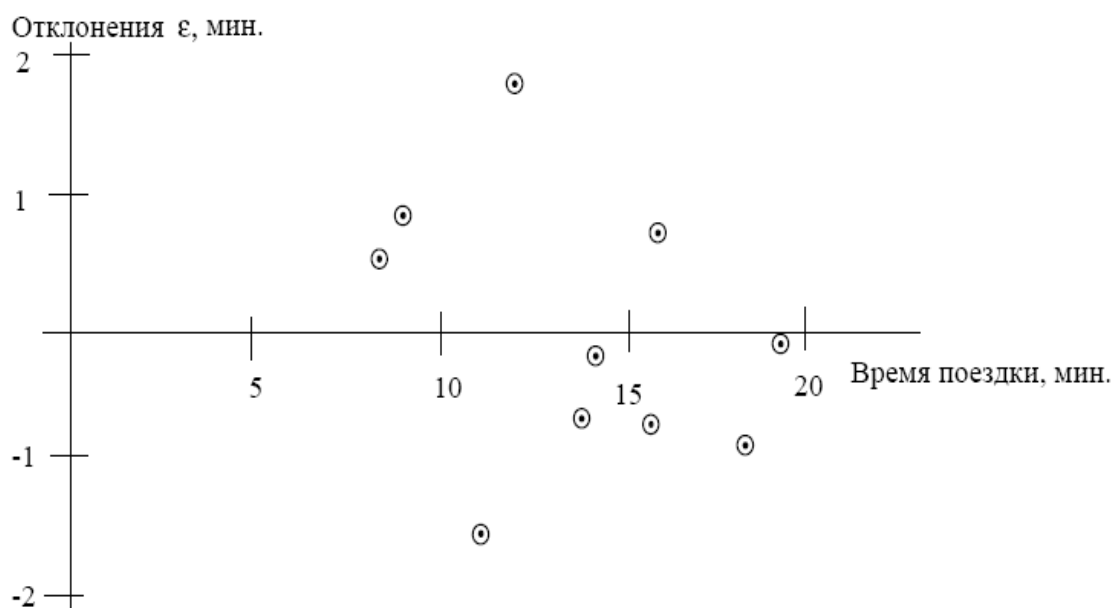


Рис. 5.2. График точек отклонений

Отложим отклонения ( $y_{ip} - y_i$ ) по оси  $Y$ , для каждого значения  $y_i$ . Если регрессионная модель близка к реальной зависимости, то отклонения будут носить случайный характер и их сумма будет близка к нулю. В рассмотренном примере  $\Sigma (y_{ip} - y_i) = 0,004$ .

### ***Нелинейная регрессия***

Рассмотрим наиболее простые случаи нелинейной регрессии: гиперболу, экспоненту и параболу. При нахождении коэффициентов гиперболы и экспоненты используют прием приведения нелинейной регрессионной зависимости к линейному виду. Это позволяет использовать для вычисления коэффициентов регрессии формулы (5.2-5.3).

При использовании гиперболы  $y = a_0 + a_1/x$  вводят новую переменную  $z = 1/x$ , тогда уравнение гиперболы принимает линейный вид  $y = a_0 + a_1 z$ .

После этого используют формулы (5.2-5.3) для нахождения линейной функции, но вместо значений  $x_i$  используются значения  $z_i = 1/x_i$

$$a_0 = \frac{1}{n} (\sum y_i - a_1 \sum z_i) \quad , \quad (5.5)$$

$$a_1 = \frac{n(\sum y_i z_i) - \sum y_i \sum z_i}{n(\sum z_i^2) - (\sum z_i)^2} \quad . \quad (5.6)$$

При проведении вычислений во вспомогательную таблицу вносятся соответствующие колонки.

### ***Экспонента***

Для приведения к линейному виду экспоненты  $y = a_0 e^{a_1 x}$  проведем логарифмирование и получим  $\ln y = \ln a_0 + a_1 x$ .

Введем переменные  $b_0 = \ln a_0$  и  $b_1 = a_1$ , тогда  $\ln y = b_0 + b_1 x$ , откуда следует, что можно применять формулы (5.2-5.3), в которых вместо значений  $y_i$  надо использовать  $\ln y_i$

$$b_0 = \frac{1}{n} (\sum \ln y_i - b_1 \sum x_i) \quad , \quad (5.7)$$

$$b_1 = \frac{n(\sum [\ln y_i] x_i) - \sum \ln y_i \sum x_i}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} \quad . \quad (5.8)$$

При этом мы получим численные значения коэффициентов  $b_0$  и  $b_1$ , от которых надо перейти к  $a_0$  и  $a_1$ , используемых в модели экспоненты. Исходя из введенных обозначений и определения логарифма, получаем  $a_0 = e^{b_0}$ ,  $a_1 = b_1$ .

### *Парабола*

Для нахождения коэффициентов параболы  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$  необходимо решить линейную систему из трех уравнений:

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + (\sum x_i) a_1 + (\sum x_i^2) a_2 = \sum y_i, \\ (\sum x_i) a_0 + (\sum x_i^2) a_1 + (\sum x_i^3) a_2 = \sum (y_i x_i), \\ (\sum x_i^2) a_0 + (\sum x_i^3) a_1 + (\sum x_i^4) a_2 = \sum (y_i x_i^2). \end{cases} \quad (5.9)$$

Сила регрессионной связи для гиперболы и параболы определяется непосредственно по формуле (5.1). При вычислении коэффициента детерминации экспоненты все значения параметра  $Y$  (исходные, регрессионные, среднее) необходимо заменить на их логарифмы, например,  $y_i^p$  – на  $\ln(y_i^p)$  и т.д.

## **5.2. Модель прогнозирования с аддитивной компонентой**

Аддитивную модель прогнозирования можно представить в виде формулы:

$$F = T + S + E, \quad (5.10)$$

где:  $F$  – прогнозируемое значение;

$T$  – тренд;

$S$  – сезонная компонента;

$E$  – ошибка прогноза.

Для прогнозирования объема продаж, имеющего сезонный характер, предлагается следующий алгоритм построения прогнозной модели:

1. Определяется тренд, наилучшим образом аппроксимирующий фактические данные. Существенным моментом при этом является предложение использовать полиномиальный тренд, что позволяет сократить ошибку прогнозной модели.

2. Вычитая из фактических значений объёмов продаж значения тренда, определяют величины сезонной компоненты и корректируют таким образом, чтобы их сумма была равна нулю.

3. Рассчитываются ошибки модели как разности между фактическими значениями и значениями модели.

Применение алгоритма рассмотрим на следующем примере.

Исходные данные: Объемы фактических расходов, взятых из месячной и годовой отчетности финансового управления районной администрации (см. табл.5.4).

Таблица 5.4

Исходные данные, расчёт тренда и сезонной компоненты

Исходные данные		Расчётные значения	
Период	Фактич. расходы	Значение тренда	Сезонная компонента
1 кв. 2006 г.	24518	24518	0
2 кв. 2006 г.	23778	24962	-1184
3 кв. 2006 г.	25143	25012	131
4 кв. 2006 г.	27622	25217	2405
1 кв. 2007 г.	26149	26098	51
2 кв. 2007г.	24123	26958	-2835
3 кв. 2007 г.	27580	27495	85
4 кв. 2007 г.	30854	28017	2837
1 кв. 2008 г.	29147	28964	183
2 кв. 2008 г.	26478	29617	-3139
3 кв. 2008 г.	30159	30498	-339
4 кв. 2008 г.	33149	31485	1664
1 кв. 2009 г.	32451	32451	0

Данная статистика характеризуется тем, что значения объёмов продаж имеют выраженный сезонный характер с возрастающим трендом. Реализуем алгоритм построения прогнозной модели, описанный выше. Решение данной задачи рекомендуется осуществлять в среде «MS Excel», что позволит существенно сократить количество расчётов и время построения модели. Для этого:

1. Определяем тренд, наилучшим образом аппроксимирующий фактические данные. Для этого рекомендуется использовать полиномиальный тренд, что позволяет сократить ошибку прогнозной модели).

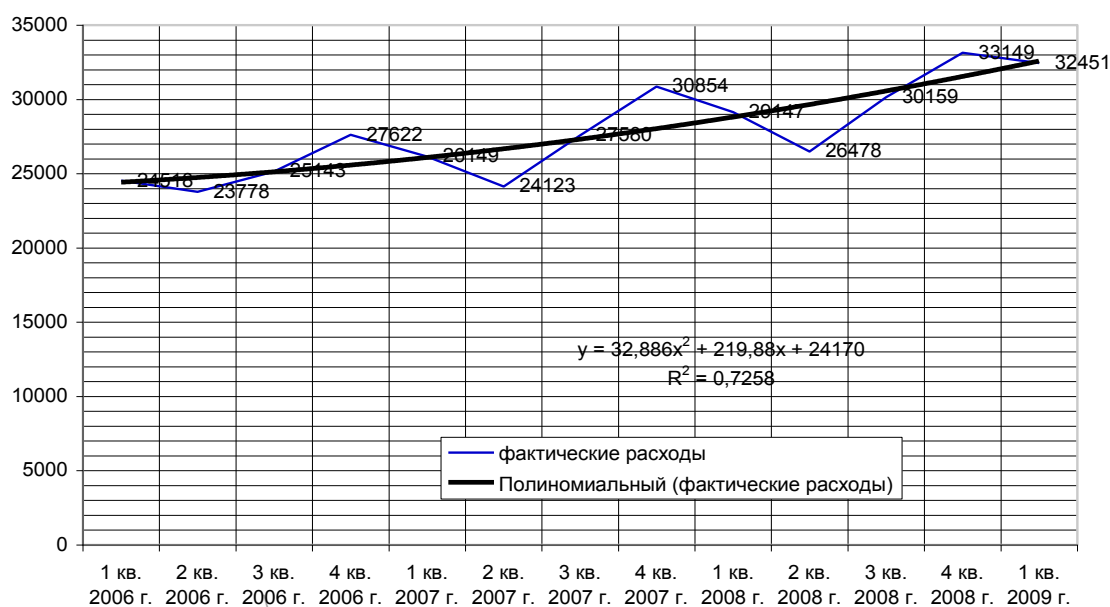


Рис. 5.3. Динамика объема расходов

2. Скорректируем значения сезонной компоненты таким образом, чтобы их сумма была равна нулю.

Таблица 5.5

Расчет средних значений сезонной компоненты

	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Итого	Среднее	Сезонная компонента
1 кв.	0	51	183	234	78	89,75
2 кв.	-1184	-2835	-3139	-7158	-2386	-2374,25
3 кв.	131	85	-339	-123	-41	-29,25
4 кв.	2405	2837	1664	6906	2302	2313,75

Сумма

-47

0

-11,75

3. Рассчитаем ошибки модели как разности между фактическими значениями и значениями модели.

Находим среднеквадратическую ошибку модели ( $E$ ) по формуле:

$$E = \sqrt{\sum O^2 : \sum (T+S)^2} \quad (5.11)$$

где  $T$  - трендовое значение объёма расходов;  
 $S$  - сезонная компонента;  
 $O$  - отклонения модели от фактических значений.

$$E = (3079106 / (361151 \times 361151)) \times 100\% = 0,002361\% .$$

Таблица 5.6

Ошибки модели прогнозирования

Период	Расходы	Значение модели	Отклонение
1 кв. 2006 г.	24518	24607,75	-89,75
2 кв. 2006 г.	23778	22587,75	1190,25
3 кв. 2006 г.	25143	24982,75	160,25
4 кв. 2006 г.	27622	27530,75	91,25
1 кв. 2007 г.	26149	26187,75	-38,75
2 кв. 2007 г.	24123	24583,75	-460,75
3 кв. 2007 г.	27580	27465,75	114,25
4 кв. 2007 г.	30854	30330,75	523,25
1 кв. 2008 г.	29147	29053,75	93,25
2 кв. 2008 г.	26478	27242,75	-764,75
3 кв. 2008 г.	30159	30468,75	-309,75
4 кв. 2008 г.	33149	33798,75	-649,75
1 кв. 2008 г.	32451	32540,75	-89,75

Величина полученной ошибки позволяет утверждать, что построенная модель хорошо аппроксимирует фактические данные, т.е. она вполне отражает экономические тенденции, определяющие объём расходов, и является предпосылкой для построения прогнозов высокого качества.

### 5.3. Модель с мультипликативной компонентой

В некоторых временных рядах значение сезонной компоненты не является константой, а представляет собой определенную долю фондового значения, т.е. значение сезонной компоненты увеличивается с возрастанием значений тренда. Например, рассмотрим график следующих данных об объемах расходов. Объем продаж этого продукта так же, как и в предыдущем примере, подвержен сезонным колебаниям, и значения его в разные кварталы разные. Однако размах вариации фак-

тических значениях относительно линии тренда постоянно возрастает. Такую ситуацию можно представить с помощью модели с мультипликативной компонентой:

$$A = T S E . \quad (5.12)$$

#### *Расчет сезонной компоненты*

Отличие расчета сезонной компоненты для мультипликативной модели от аддитивной модели заключается лишь в том, что в колонку 6 (табл.10) вписываются коэффициенты сезонности (аналог оценок сезонной компоненты в аддитивной модели).

Сезонные коэффициенты представляют собой доли тренда, поэтому считают, что их сумма должна равняться количеству сезонов в году, т.е. 4, а не нулю, как в аддитивной модели. Характер кривой модели с мультипликативной компонентой представлен на рис. 5.4.

Таблица 5.7

Оценка сезонной компоненты

Период	Фактич. расходы	Итого за 4 квартала	Скользящая средняя за 4 квартала	Центрированная скользящая средняя	Оценка сезонной компоненты
1	2	3	4	5	6
	Y		S	T	Y/T=S*E
1 кв. 2006 г.	24518				
2 кв. 2006 г.	23778				
3 кв. 2006 г.	25143	101061	25265,25		
4 кв. 2006 г.	27622	102692	25673	25469,125	1,084
1 кв. 2007 г.	26149	103037	25759,25	25716,125	1,017
2 кв. 2007 г.	24123	105474	26368,5	26063,875	0,926
3 кв. 2007 г.	27580	108706	27176,5	26772,5	1,030
4 кв. 2007 г.	30854	111704	27926	27551,25	1,120
1 кв. 2008 г.	29147	114059	28514,75	28220,375	1,033
2 кв. 2008 г.	26478	116638	29159,5	28837,125	0,918
3 кв. 2008 г.	30159	118933	29733,25	29446,375	1,024
4 кв. 2008 г.	33149	122237	30559,25	30146,25	1,099
1 кв. 2009 г.	32451				

#### *Десезонализация данных при расчете тренда*

Десезонализация данных производится по формуле:

$$Y/S = T \cdot E. \quad (5.13)$$

Точки, образующие представленный на графике тренд, достаточно сильно разбросаны (рис.5.5), что более близко к реальной действительности, чем в предыдущем примере.

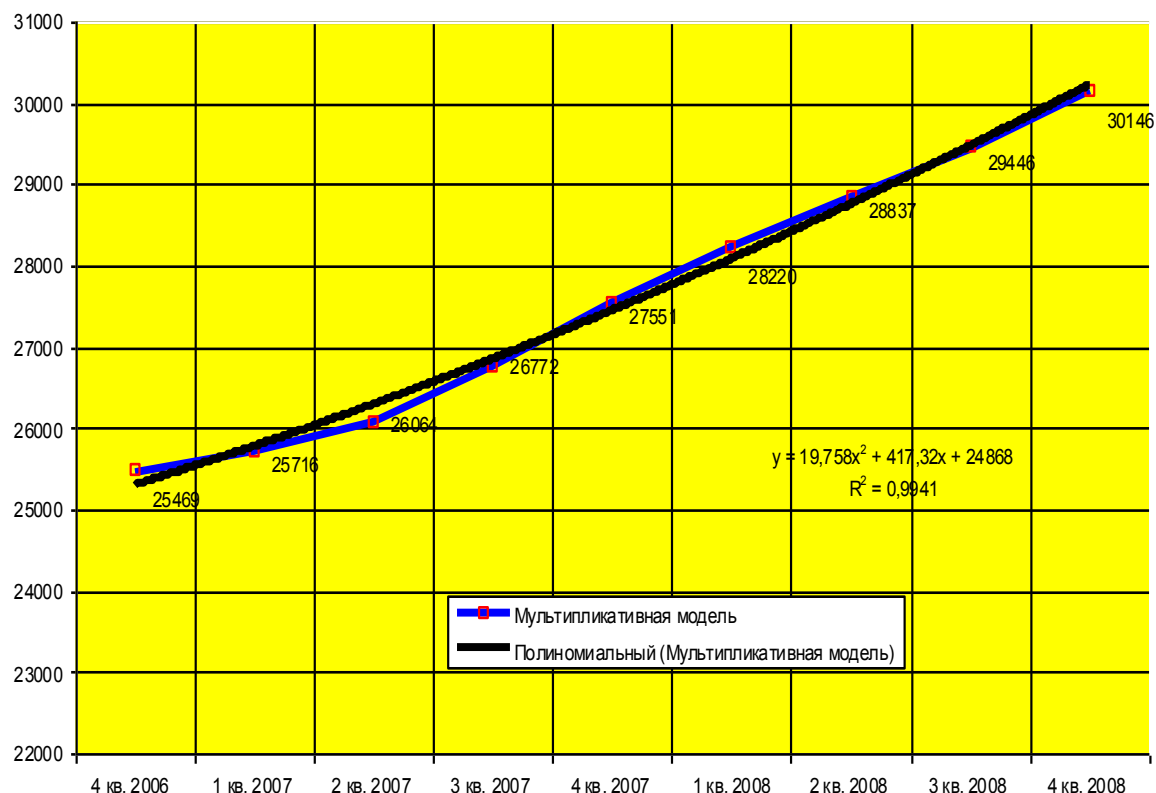


Рисунок 5.4. Мультипликативная кривая прогнозирования

Таблица 5.8

Расчёт сезонной компоненты

	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Итого	Среднее	Сезонная компонента
1 кв.		1,02	1,03	2,05	0,68	0,91
2 кв.		0,92	0,92	1,84	0,61	0,85
3 кв.		1,03	1,02	2,05	0,68	0,91
4 кв.	1,08	1,12	1,10	3,30	1,10	1,33
				Сумма	3,07	4
				0,92	0,23	



Таблица 5.9

Расчёт десезонирующей компоненты

Период	Фактический объем расходов	Сезонная компо- нента	Десезонизированный объем продаж
	Y	S	Y/S
1 кв. 2006 г.	24518	0,91	26877,1
2 кв. 2006 г.	23778	0,84	28186,6
3 кв. 2006 г.	25143	0,91	27514,0
4 кв. 2006 г.	27622	1,33	20762,8
1 кв. 2007 г.	26149	0,91	28665,1
2 кв. 2007 г.	24123	0,84	28595,6
3 кв. 2007 г.	27580	0,91	30180,8
4 кв. 2007 г.	30854	1,33	23192,2
1 кв. 2008 г.	29147	0,91	31951,5
2 кв. 2008 г.	26478	0,84	31387,2
3 кв. 2008 г.	30159	0,91	33003,0
4 кв. 2008 г.	33149	1,33	24917,3
1 кв. 2009 г.	32451	0,91	35573,5

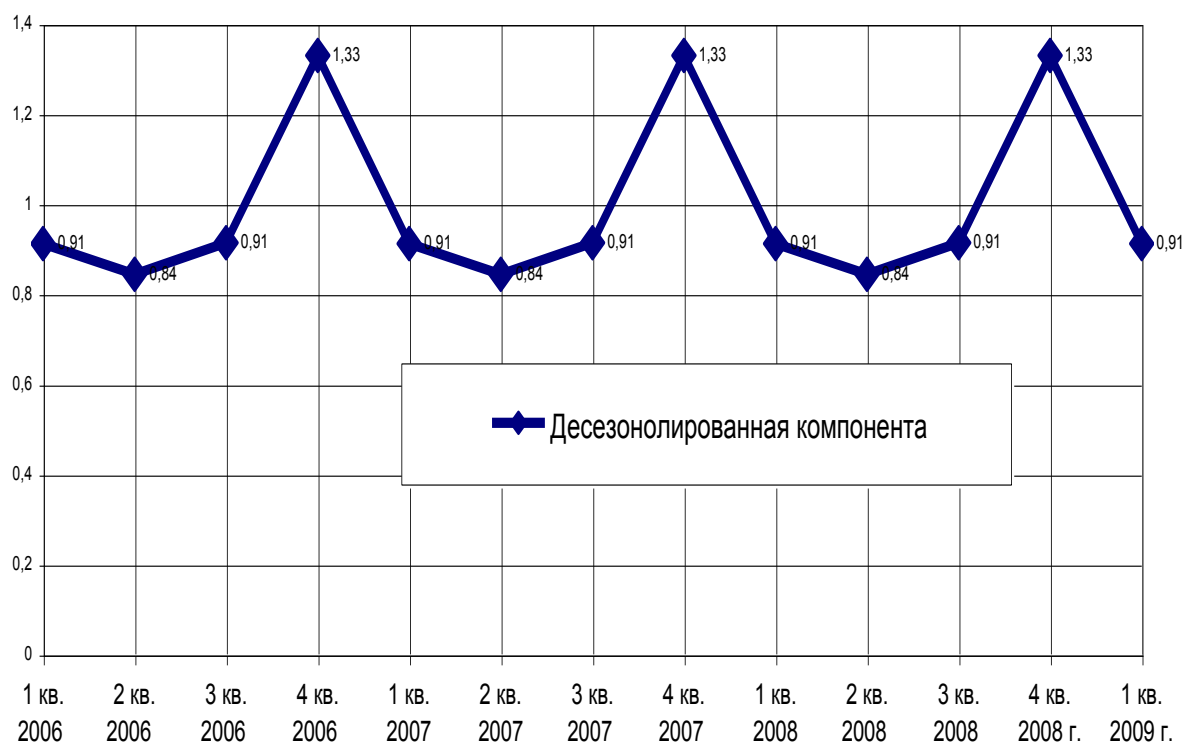


Рис. 5.5. Характер изменения десезонирующей компоненты

### Расчет ошибок прогнозирования

Ошибки прогнозируемых объемов расходов рассчитываются по формуле:

$$E = A / (T S) . \quad (5.14)$$

Можно предположить, что величина ошибки второго прогноза будет несколько меньше чем первого.

Таблица 5.10  
Ошибки прогнозируемых объемов расходов

Период	Объем расходов	Сезонная компонента	Тренд	Ошибка
1 кв. 2006 г.	24518	0,91	26877	1
2 кв. 2006 г.	23778	0,84	28187	1
3 кв. 2006 г.	25143	0,91	27514	1
4 кв. 2006 г.	27622	1,33	20763	1
1 кв. 2007 г.	26149	0,91	28665	1
2 кв. 2007 г.	24123	0,84	28596	1
3 кв. 2007 г.	27580	0,91	30181	1
4 кв. 2007 г.	30854	1,33	23192	1
1 кв. 2008 г.	29147	0,91	31952	1
2 кв. 2008 г.	26478	0,84	31387	1
3 кв. 2008 г.	30159	0,91	33003	1
4 кв. 2008 г.	33149	1,33	24917	1
1 кв. 2009 г.	32451	0,91	35573	1

### 5.4. Метод скользящей средней и экспоненциального сглаживания

Для предсказаний значений временного ряда можно использовать более простую методику.

При расчете скользящей средней  $Y_t^{cc}(m)$  все  $m$  значений параметра  $Y$  за  $m$  моментов времени учитываются с одинаковым весовым коэффициентом  $1/m$ , что не всегда обосновано.

Для прогнозирования технико - экономических трендов момент времени, в котором наблюдается значение параметра  $Y$ , играет решающее значение.

Естественно предположить, что зависимость во временных рядах постепенно ослабевает с увеличением периода между двумя соседними точками. Так, если зависимость прогнозируемого параметра  $Y_t$  представляется более сильной от значения  $Y_{t-1}$ , чем от  $Y_{t-5}$  то наблюдениям временного ряда следует придавать веса, которые должны уменьшаться по мере удаления от фиксированного момента времени  $t$ . Это обстоятельство учитывается в методе экспоненциального сглаживания.

Таким образом, при вычислении экспоненциальной средней используются лишь предшествующая экспоненциальная средняя и последнее наблюдение, а все предыдущие наблюдения игнорируются.

Например, пусть необходимо дать прогноз для  $t = 8$  по данным следующего временного ряда:

- 1) методом скользящей средней для  $m=3, m=13$ ;
- 2) методом экспоненциального сглаживания для  $\alpha = 0,2; \alpha = 0,6$ .

*Метод скользящей средней*

$$Y_{14}^{cc}(3) = (30159+33149+32451)/3=31919,7$$

$$Y_{14}^{cc}(13)=(24518+23778+25143+27622+26149+24123+27580+30854+29147+26478+30159+33149+32451)/13 = 27780,8$$

*Метод экспоненциального сглаживания*

Таблица 5.11

Результаты погрешностей при экспоненциальном сглаживании

Период	Объем расходов	$\alpha = 0,2$	погрешность	$\alpha = 0,6$	погрешность
1 кв. 2006 г.	24518	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д
2 кв. 2006 г.	23778	23778	Н/Д	23778	Н/Д
3 кв. 2006 г.	25143	24870	Н/Д	24324	Н/Д
4 кв. 2006 г.	27622	27072	Н/Д	25643	Н/Д
1 кв. 2007 г.	26149	26334	1852	25846	2081
2 кв. 2007 г.	24123	24565	2106	25156	2168
3 кв. 2007 г.	27580	26977	2223	26126	1741
4 кв. 2007 г.	30854	30079	3109	28017	3225
1 кв. 2008 г.	29147	29333	2886	28469	3136
2 кв. 2008 г.	26478	27049	2832	27673	3033
3 кв. 2008 г.	30159	29537	2496	28667	1951
4 кв. 2008 г.	33149	32427	3208	30460	3174
1 кв. 2009 г.	32451				

Число членов скользящей средней  $m$  и параметр  $\alpha$  - экспоненциального сглаживания ( $\alpha$  определяется статистикой исследуемого процесса). Чем меньше  $m$  и чем больше  $\alpha$ , тем сильнее реагирует прогноз на колебания временного ряда, и наоборот, чем больше  $m$  и чем меньше  $\alpha$ , тем более инерционным является процесс прогнозирования.

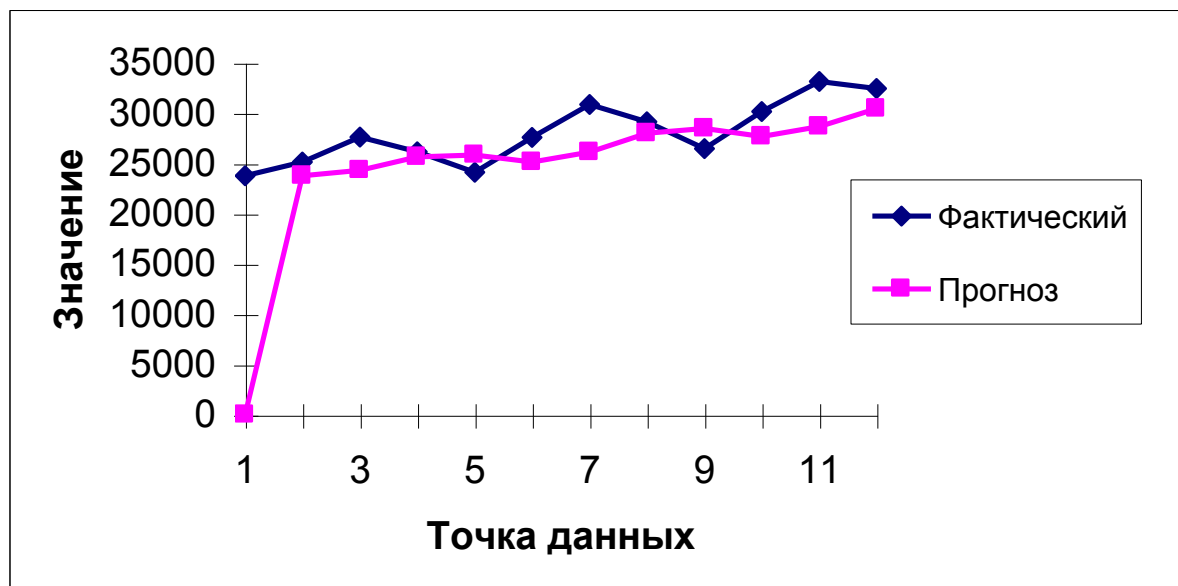


Рис. 5.6. Фактический «тренд» значений ряда и прогноз экспоненциальным сглаживанием

Для подбора оптимального параметра прогнозирования необходимо провести сглаживание временного ряда с помощью нескольких различных значений параметра  $m$  или  $\alpha$ , а затем определить среднюю ошибку прогнозов и выбрать параметр, соответствующий минимальной ошибке.

## Краткий словарь терминов

**Аддитивная компонента** - компонента, получаемая в результате сложения её составляющих.

**Анализ ретроспективный** - метод изучения сложившихся в прошлом тенденций технического, социального, экономического развития объекта для формирования стратегии его развития.

**Верификация** - проверка истинности (адекватности) прогнозной модели.

**Вероятность** - степень возможности свершения данного события (изменяется от 0 до 1).

**Гипотеза** - научное допущение или предположение, истинное значение которого неопределенно.

**“Дерево целей”** - структурированная, построенная по иерархическому принципу (ранжированная по уровням) совокупность целей системы, программы, плана.

**Динамический ряд** - временная последовательность ретроспективных значений переменной объекта прогнозирования.

**Задание на прогноз** - документ, определяющий цели и задачи прогноза и регламентирующий порядок его разработки.

**Значащая переменная** объекта прогнозирования - переменная объекта прогнозирования, принимаемая для описания объекта в соответствии с задачей прогноза.

**Имитация** - построение математических моделей в целях обучения и верификации решений как результатов прогнозного исследования.

**Корреляционное поле** - графическое изображение зависимости функции от фактора с целью предварительного определения тесноты и формы связи между функцией и каждым фактором.

**Критерий Стьюдента** - математический критерий, характеризующий существенность факторов, входящих в модель.

**Метод прогнозирования** - способ исследования объекта прогнозирования, направленный на разработку прогнозов.

**Методика прогнозирования** - совокупность оригинальных правил использования приемов прогнозирования при разработке конкретного прогноза.

**Методы параметрические** - методы прогнозирования элементов полезного эффекта, затрат и других, основанные на установлении зависимости между параметрами объекта и организационно-технического уровня производства, с одной стороны, и полезным эффектом или элементами затрат - с другой.

**Методы экономико-математические** — методы анализа и оптимизации, которые применяются для выбора наилучших, оптимальных вариантов, определяющих хозяйственные решения в сложившихся или планируемых экономических условиях.

**Методы экспертные** - методы прогнозирования, заключающиеся в выработке коллективного мнения группы специалистов в данной области.

**Методы экстраполяции:** 1) методы, основанные на прогнозировании, изделия, необходимого для реализации того или иного аспекта программы; 2) методы, основанные на прогнозировании поведения или развития объекта в будущем по тенденциям (трендам) его поведения в прошлом.

**Модуль** - упрощенное представление объекта, используемая для прогнозирования возможных состояний объекта в будущем.

**Мультипликативная компонента** - компонента представленная в виде линейной комбинации её составляющих.

**Неопределённые условия** - возникают тогда, когда невозможно оценить вероятность потенциальных результатов.

**Нормативный прогноз** - прогноз, устанавливающий пути и сроки достижения определенных состояний объекта прогнозирования.

**Период упреждения** - это период, на который разрабатывается прогноз.

**План**-это решение, директивное определение перечня и сроков действий, исходя из определенных целей и ресурсов.

**Поисковый прогноз** - это прогноз, устанавливающий возможные состояния объекта прогнозирования.

**Показатель** - величина, измеритель, позволяющий судить о состоянии объекта.

**Предвидение** - опережающее отображение действительности, основанное на познании законов развития объекта или процесса (включает прогноз и предсказание).

**Предсказание** - достоверное, основанное на логической последовательности суждений заключение о состояниях какого-либо объекта или процесса в будущем.

**Приём прогнозирования** - одна или несколько логических или математических операций, направленных на получение конкретного объекта в определенные сроки.

**Прогноз** - вероятностное суждение о состояниях объекта в будущем или об альтернативных путях достижения этого состояния.

**Прогноз нормативный** - проекция исходной модели в будущее в соответствии с заданными целями и нормами по заданным критериям.

**Прогноз отраслевой** - это прогноз научно-технический, экономический, проблем медицины, образования, сферы науки и культуры и др. Он тесно связан со сферой управления.

**Прогноз поисковый** - проекция исходной модели в будущее по наблюдаемой тенденции с учетом факторов прогнозного фона с целью выявления проблем, подлежащих решению.

**Прогнозная информация** - те сведения, знания, представления, которые получены во время прогностического исследования, обобщены и сформулированы.

**Прогнозная ретроспекция** - этап прогнозирования, на котором исследуется история объекта прогнозирования и прогнозного фона с целью получения их систематизированного описания.

**Прогнозный горизонт** - это максимальный период упреждения, при котором обеспечивается заданная точность и надежность прогноза.

**Прогнозный диагноз** - этап прогнозирования, на котором исследуется история объекта, прогнозного фона с целью выявления проблем, тенденций их развития и выбора метода прогнозирования.

**Прогностика** (футурология) - научная дисциплина о закономерностях и способах разработки прогнозов.

**Проект** - решение относительно конкретного мероприятия, сооружения.

**Проспекция** - этап прогнозирования, на котором с использованием выбранных методов разрабатываются прогнозы объекта прогнозирования, прогнозного фона, производится их верификация.

**Системный подход** к менеджменту - подход, при котором любая система (объект) рассматривается как совокупность взаимосвязанных элементов.

**Структура** - способ сочетания составных частей (компонентов) системы для наилучшего выполнения главной ее цели.

**Структура объекта** прогнозирования - способ внутренней организации и связей элементов объекта прогнозирования.

**Тренд** - аналитическое или графическое представление изменений переменной во времени, полученное в результате выделения регулярной составляющей динамического ряда.

**Управленческое решение** - результат анализа, прогнозирования, оптимизации, экономического обоснования и выбора альтернативы из множества вариантов достижения конкретной цели системы менеджмента.

**Фактор** - частный показатель объекта или процессов, протекающих в системе, оказывающих влияние на функцию.

**Формальные статистические данные** - получают на этапе ретроспекции при анализе объекта прогнозирования или используя данные официальной статистики.

**Функция** - результативный признак, прогнозная величина, рассчитанная по уравнению регрессии.

**Характеристика объекта прогнозирования** - качественное или количественное отражение какого-либо свойства объекта прогнозирования.

**Целевой прогноз** - гипотетическая картина последовательного развития во времени и пространстве событий, составляющих в совокупности эволюцию системы.

**Экзогенная переменная** объекта прогнозирования - значащая переменная объекта прогнозирования, отражающая свойства прогнозного фона (внешней среды).

**Эндогенная переменная** объекта прогнозирования - значащая переменная объекта прогнозирования, отражающая его собственные свойства.

**Энтропия** - величина, характеризующая степень неопределенности объекта.

**Этап прогнозирования** - часть процесса разработки прогноза, характеризующаяся своими задачами, методами и результатами.



1. *Айвазян С.А., Мхитарян В.С.* Прикладная статистика и основы эконометрики.-М.: ЮНИТИ, 1998.- 370 с.
2. *Алексеева М.М.* Планирование деятельности фирмы: Учебно-методическое пособие. - М.: Финансы и статистика, 1997. - 248 с.
3. *Анташов В.А., Уварова Г.В.* Экономический советник менеджера: Учебно-практическое пособие. - М.: Финансы, учет, аудит, 1996. – 318 с.
4. *Баканов М.И., Шеремет А.Д.* Теория экономического анализа: Учебник. — 3-е изд., перераб. — М.: Финансы и статистика, 1995. - 288 с.
5. *Балабанов И.Т.* Риск-менеджмент.-М.: Финансы и статистика, 1996. - 192 с.
6. *Балдин К.В., Быстров О.Ф., Соколов М.М.* Эконометрика: Учеб. пособие для вузов.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. -254с.
7. *Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г.* Экспертные оценки в принятии плановых решений. - М.: Экономика, 1976.
8. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей: Учебник / Е.С.Вентцель. - М.: Издательский центр «Академия», 2007.-576 с.
9. *Виханский О.С.* Стратегическое управление: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Гардарика, 1998. - 296 с.
10. *Глуценко В.В.* Менеджмент: системные основы: 2-е изд., доп. и испр. - Железнодорожный, Моск.обл.: ТОО НПЦ «Крылья», 1998. - 224 с.
11. *Глуценко В.В., Глуценко И.И.* Разработка управленческого решения. Прогнозирование-планирование. Теория проектирования экспериментов. - Железнодорожный, Моск.обл.: ТОО НПЦ «Крылья», 1997. – 400 с.
12. *Джонстон Дж.* Экономические методы: Пер. с англ. и ред. А.А.Рывкина. - М.: Статистика, 1990. - 444 с.
13. *Евланов Л.Г., Кутузов В.А.* Экспертные оценки в управлении. - М.: Экономика, 1978. - 136 с.
14. *Информатика в статистике: Словарь-справочник.* — М.: Финансы и статистика, 1994.-208с.
15. *Карасев А.И., Крамер Н.Ш., Савельева Т.Н.* Математические методы и модели в планировании. - М.: Экономика, 1987. - 239 с.
16. *Карданская Н.Л.* Основы принятия решений: Учебное пособие. - М.: Русская Деловая Литература, 1998. - 288 с.
17. *Карлоф Б.* Деловая стратегия: Пер. с англ. / Науч. ред. и авт. послесл. В.А.Приписнов. - М.: Экономика, 1991. - 239 с.

18. *Карпова Т.П.* Основы управленческого учета: Учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 1997. - 392 с.
19. *Козлов Н.А., Бочаров Е.П.* Перспективный экономический анализ. - М.: Финансы и статистика, 1987. - 256 с.
20. Количественные методы в экономических исследованиях: Учебник для вузов / Под ред. М.В.Грачевой, Л.Н.Фадеевой, Ю.Н.Черемных. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. - 791 с.
21. *Коротков Э.М.* Исследование систем управления. - М.: ООО Издательско-Консалтинговое Предприятие «ДеКА», 2003. - 336 с.
22. *Костевич Л.С.* Математическое программирование: Информ. технологии оптимальных решений. - Мн.: Новое знание, 2003.
23. *Льюис К.Д.* Методы прогнозирования экономических показателей. - М.: Финансы и статистика, 1986. - 318 с.
24. Менеджмент организации: Учебное пособие. / Румянцева З.П., Саломатин Н.А., Акбердин Р.З. и др. - М.: ИНФРА-М, 1997. - 432 с.
25. *Нанивская В.Г., Андропова И.В.* Теория экономического прогнозирования: Учебное пособие. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2000. - 98 с.
26. Перспективное отраслевое планирование: экономико-математические методы и модели / Под ред. А.Г. Аганбегяна. - Новосибирск: Наука, 1986. - 358 с.
27. Планирование в сложных хозяйственных системах / В.Г.Нанивская, В.В.Пленкина, Л. Л. Тонышева, Г.А.Чистякова, И.В.Андропова, Е.М.Дебердиева. Под ред. В.Г.Нанивской. Учебное пособие. - Тюмень: ТюмГНГУ, 1998. - 80 с.
28. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учеб. пособие для ВУЗов/ Т.Г.Морозова, А.В.Пикулькин, В.Ф.Тихонов и др.; Под ред. Т.Г.Морозовой, А.В.Пикулькина. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 318 с.
29. Рабочая книга по прогнозированию / Редкол.: И.В.Бестужев-Лада (отв. ред.). - М.: Мысль, 1982. - 430 с.
30. *Рябушкин Б.Г.* Применение статистических методов в экономическом анализе и прогнозировании. - М.: Финансы и статистика, 1990. - 345 с.
31. *Саркисян С.А.* Теория прогнозирования и принятия решений. - М.: Высшая школа, 1977. — 351 с.
32. *Сафронова В.М.* Прогнозирование и моделирование в социальной работе: Учеб. пособие для ВУЗов — М.: Издательский центр «Академия», 2002. - 192 с.
33. Статистика рынка товаров и услуг: Учебник/ Беляевский И.К., Кулагина Г.Д., Короткое А.В. и др.; Под ред. И.К. Беляевского. - М.: Финансы и статистика, 1995. - 432 с.
34. Статистическое моделирование и прогнозирование / Под ред. А.Т.Гринберга. - М.: Финансы и статистика, 1990. - 285 с.
35. *Тейл Г.* Экономические прогнозы и принятие решений. - М.: Статистика, 1977. - 282 с.

36. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для экономических специальностей ВУЗов/ В.А. Колемаев, О.В. Староверов, В.Б. Турундаевский; Под ред. В.А. Колемаева. - М.: Высшая школа, 1991.-400 с.

37. Теория и практика статистического моделирования экономики / Под ред. Е.М.Четыркина, А.Класса. - М.: Финансы и статистика, 1986. - 272 с.

38. Уткин Э.А. Управление фирмой.— М.: Акалис, 1996.-516 с.

39. Фатхутдинов Р.А. Разработка управленческого решения: Учебное пособие.-М.: ЗАО Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1997. -208 с.

40. Фатхутдинов Р.А. Система менеджмента: Учебно-практическое пособие, 2-е изд. - М.: ЗАО Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1997. - 352 с.

41. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга: Пер. с нем./ Под ред. и предисл. А.А.Турчака, Л.Г.Головача, М.Л.Лукашевича. - М.: Финансы и статистика, 1997. - 800 с.

42. Цыгичко В.Н. Руководителю - о принятии решений. - 2-е изд., испр. И доп. - М.: ИНФРА-М, 1996. - 272 с.

43. Четыркин Е.М. Методы финансовых и коммерческих расчетов. 2-е изд., испр. И доп.-М.: Дело, 1995.-348с.

44. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. - 2-е изд. перераб.- и доп.-М.:Статиспозд,,1997.-200с.

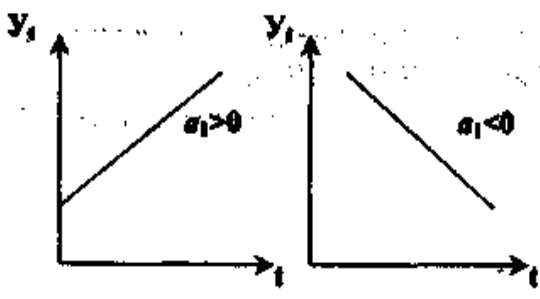
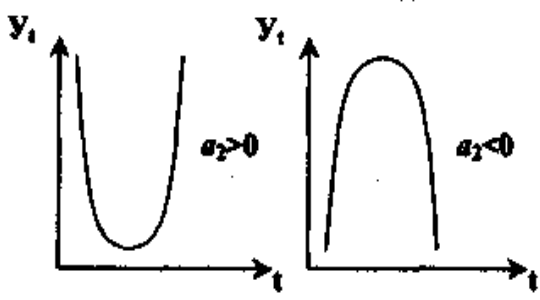
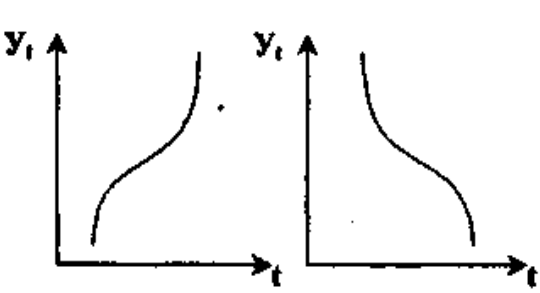
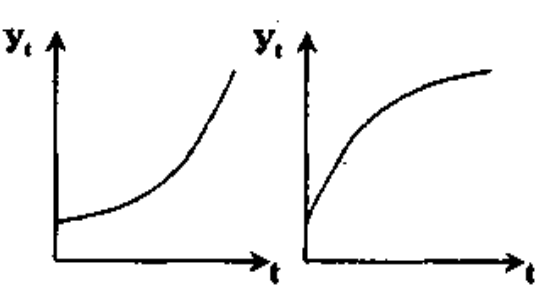
45. Эддоус М., Стендсфилд Р. Методы принятия решений / Пер. с англ., под ред. И. И. Елисеевой. - М.: Банки и биржи, 1994,-198 с.

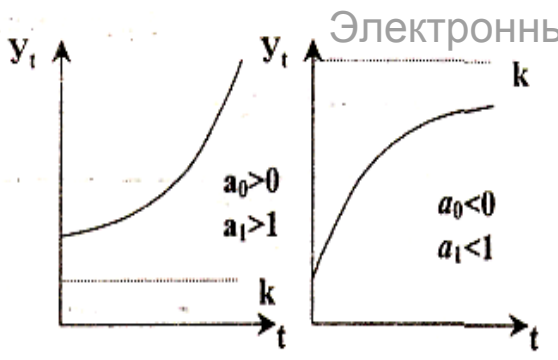
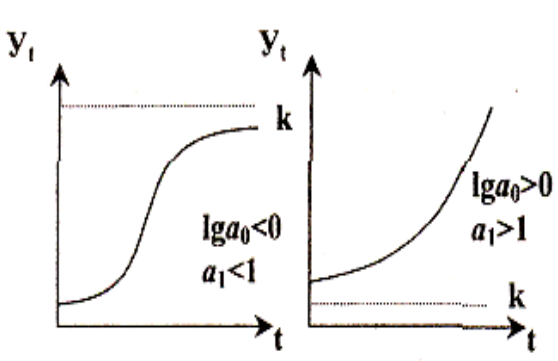
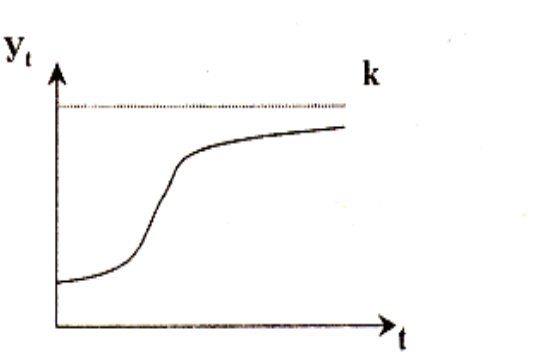
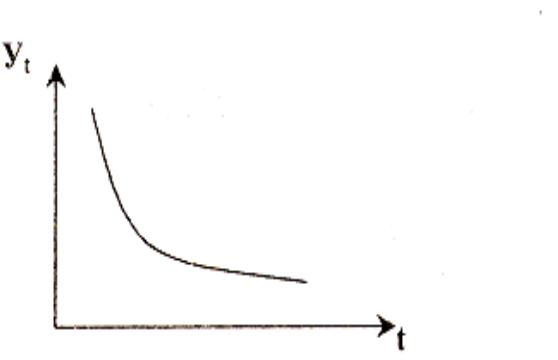
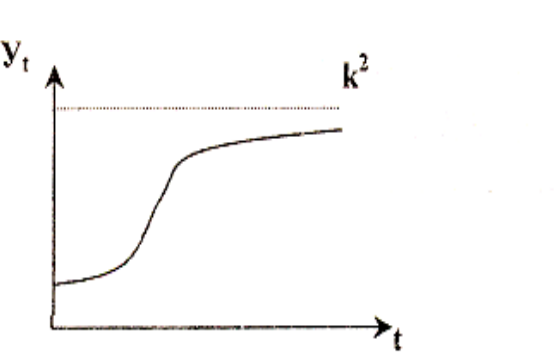
46. Эконометрика: Учебник / Под ред. Проф. В.Б.Уткина.-М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°»,2007.-564с.

47. Экономика предприятия: Учебник / Под ред. проф. О.И. Волкова. – М.: ИНФРА-М, 1997. -416 с.

## Приложение 1

Визуальный выбор формы взаимосвязи при поисковом моделировании

График функции	Вид зависимости	Уравнение тренда
	Прямая	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t$
	Парабола 2-го порядка	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2$
	Парабола 3-го порядка	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2 + a_3 \cdot t^3$
	Показательная кривая (экспонента)	$\hat{y}_t = a_0 \cdot a_1^t$ $\hat{y}_t = a_0 \cdot l_1^{a \cdot t}$

	<p>Модифицированная экспонента</p>	$\hat{y}_t = k + a_0 \cdot a_1^t$
	<p>Кривая Гомперца</p>	$\hat{y}_t = k \cdot a_0^{a_1^t}$
	<p>Логистическая кривая</p>	$\hat{y}_t = \frac{k}{a_0 + a_1 \cdot e^{a_0 t}}$
	<p>Гипербола</p>	$\hat{y}_t = a_0 + \frac{a_1}{t}$
	<p>Квадратическая логистическая</p>	$\hat{y}_t = \frac{k^2}{(1 + a_1 \cdot e^{-a_0 t^2})}$

**Системы линейных уравнений  
для оценки параметров полиномов по МНК**

Вид зависимости	Уравнение тренда	Система уравнений
Прямая	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t$	$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum t = \sum y_t \\ a_0 \cdot \sum t + a_1 \cdot \sum t^2 = \sum y_t \cdot t \end{cases}$
Гипербола	$\hat{y}_t = a_0 + \frac{a_1}{t}$	$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum \frac{1}{t} = \sum y_t \\ a_0 \cdot \sum \frac{1}{t} + a_1 \cdot \sum \frac{1}{t^2} = \sum \frac{y_t}{t} \end{cases}$
Парабола 2-го порядка	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2$	$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum t + a_2 \cdot \sum t^2 = \sum y_t \\ a_0 \cdot \sum t + a_1 \cdot \sum t^2 + a_2 \cdot \sum t^3 = \sum y_t \cdot t \\ a_0 \cdot \sum t^2 + a_1 \cdot \sum t^3 + a_2 \cdot \sum t^4 = \sum y_t \cdot t^2 \end{cases}$
Парабола 3-го порядка	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2 + a_3 \cdot t^3$	$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum t + a_2 \cdot \sum t^2 + a_3 \cdot \sum t^3 = \sum y \\ a_0 \cdot \sum t + a_1 \cdot \sum t^2 + a_2 \cdot \sum t^3 + a_3 \cdot \sum t^4 = \sum y_t \cdot t \\ a_0 \cdot \sum t^2 + a_1 \cdot \sum t^3 + a_2 \cdot \sum t^4 + a_3 \cdot \sum t^5 = \sum y_t \cdot t^2 \\ a_0 \cdot \sum t^3 + a_1 \cdot \sum t^4 + a_2 \cdot \sum t^5 + a_3 \cdot \sum t^6 = \sum y_t \cdot t^3 \end{cases}$
Показательная кривая (экспонента)	$\hat{y}_t = a_0 \cdot a_1^t$	$\begin{cases} n \cdot \lg a_0 + \lg a_1 \cdot \sum t = \sum \lg y_t \\ \lg a_0 \cdot \sum t + \lg a_1 \cdot \sum t^2 = \sum \lg y_t \cdot t \end{cases}$
Степенная функция	$\hat{y}_t = a_0 \cdot t^{a_1}$	$\begin{cases} n \cdot \lg a_0 + a_1 \cdot \sum \lg t = \sum \lg y_1 \\ \lg a_0 \cdot \sum t + a_1 \cdot \sum (\lg t)^2 = \sum \lg y_t \cdot \lg t \end{cases}$

**Значения коэффициента  $q$  для построения  
доверительного интервала  $(1-q)\sigma_x^* < \sigma_x < (1+q)\sigma_x^*$**

$k \backslash \alpha$	0,80	0,90	0,95	0,99
2	1,125	2,083	3,400	8,500
3	0,730	1,270	1,938	4,200
4	0,563	0,941	1,382	2,700
5	0,475	0,765	1,100	2,000
6	0,416	0,652	0,921	1,650
7	0,380	0,576	0,800	1,393
8	0,356	0,516	0,713	1,225
9	0,329	0,476	0,650	1,094
10	0,304	0,442	0,596	0,920
12	0,276	0,388	0,518	0,840
14	0,252	0,357	0,468	0,740
16	0,236	0,325	0,422	0,671
18	0,222	0,297	0,390	0,600
20	0,210	0,282	0,370	0,567
25	0,187	0,247	0,317	0,485
30	0,172	0,226	0,276	0,425
35	0,156	0,207	0,256	0,400
40	0,146	0,193	0,242	0,375
45	0,139	0,184	0,228	0,350
50	0,133	0,174	0,212	0,331
60	0,132	0,155	0,193	0,283
70	0,112	0,144	0,180	0,250
80	0,103	0,138	0,167	0,236
90	0,096	0,131	0,151	0,230
100	0,092	0,125	0,146	0,200

$k \backslash \alpha$	0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
1	0,158	0,510	1,000	1,963	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	636,6
2	0,142	0,445	0,816	1,336	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,60
3	0,137	0,424	0,765	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,94
4	0,134	0,414	0,741	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,132	0,408	0,727	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,859
6	0,131	0,404	0,718	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,130	0,402	0,711	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,405
8	0,130	0,399	0,706	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,129	0,398	0,703	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,129	0,397	0,700	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,129	0,396	0,697	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,487
12	0,128	0,395	0,695	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,128	0,394	0,694	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,128	0,393	0,692	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,128	0,393	0,691	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,128	0,392	0,690	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,128	0,392	0,689	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,127	0,392	0,688	1,067	1,330	1,734	2,103	2,552	2,878	3,922
19	0,127	0,391	0,688	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,127	0,391	0,687	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
25	0,127	0,390	0,684	1,058	1,316	1,708	2,060	2,495	2,787	3,725
30	0,127	0,389	0,683	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,126	0,388	0,681	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,126	0,386	0,679	1,046	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,126	0,386	0,677	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
$\infty$	0,126	0,385	0,674	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291



Учебное пособие

Чернышев Леонид Александрович

Боярский Сергей Николаевич

**ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЫНКА**

Редактор К.В. Корнева Компьютерная верстка О. А. Казанцевой

Подписано в печать 26.09.2011

Формат 60х84 1/16

Печать офсетная Уч.-изд. л. 5,94 Усл. печ. л. 8,14

Тираж 100 экз.

Заказ № 179

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

Тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Отпечатано с готового оригинал-макета

Типография «Уральский центр академического обслуживания» 620990, Екатеринбург, ул. Первомайская, 91